

Opinnäytetyö (AMK)

Muotoilu

Tuotemuotoilu

2016

Johannes Kurki

SOHVAPÖYDÄN KEHITYSTYÖ



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Muotoilu | Tuotemuotoilu

2016 | 47+1

Tarmo Karhu

Johannes Kurki

SOHVAPÖYDÄN KEHITYSTYÖ

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää kurssityönä suunnitellusta ja valmistetusta sohvapöydän prototyypistä teollisesti valmistettavissa oleva huonekalu. Puutteellisen suunnittelun vuoksi prototyypin kokoonpanovaiheessa jouduttiin turvautumaan liikaa epäsiisteihin korjausratkaisuihin. Kehitystyössä keskityttiin erityisesti materiaalikäytön- ja tuotantomenetelmien tehostamiseen, yksityiskohtien viimeistelemiseen sekä käytettävyyden parantamiseen. Suunnittelijan henkilökohtaisena tavoitteena oli myös oppia lisää prototyyppivaiheen jälkeisestä prosessista.

Kehitystyö tehtiin käytettyjen tutkimusmenetelmien tulosten pohjalta. Tutkimusmenetelminä käytettiin dokumenttianalyysiä ja esineanalyysiä, joiden avulla löydettiin pöydän prototyypistä korjattavia ongelmia, sekä haastatteluja ja tekemällä tutkimista, joiden avulla löydettyihin ongelmiin saatiin ratkaisuja.

Lopputuloksena saatiin pöydän kehitysversio, jossa yksityiskohtien, kuten pöydän liitosten viimeistelyn ja käytettävyyden, kuten pöydän peilipinnan siistimisen helpottaminen, parantamisen osalta päästiin asetettuun tavoitteeseen. Materiaalitehokkuutta saatiin parannettua, mutta huomattiin, että opinnäytetyössä esitetyillä eri työstömenetelmillä on suuri vaikutus materiaalitehokkuuteen. Ratkaisu, jossa pöydän kokonaisvalmistusaika oli pienempi, vaikutti negatiivisesti materiaalitehokkuuteen.

ASIASANAT:

Tuotesuunnittelu, tuotekehitys, huonekalu, CNC

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Design | Product design

2016 | 47+1

Tarmo Karhu

Johannes Kurki

THE DEVELOPMENT OF A COFFEE TABLE

The goal of this thesis was to develop a coffee table done as a course work into furniture that can be industrially manufactured. Quick repair solutions were forced to use in the prototype assembly because of uncompleted design work. Better material efficiency, production methods, details and usability were set to be the main focus in the development work. The designer's personal goal was also to gain more understanding in the work after the initial prototyping phase.

Development work was completed based on the results of the used research methods: document analysis, object analysis, interviews and practice based research.

In the end, the set goals in better details and usability were achieved. Development for better material efficiency was also achieved. It turned out the different production methods introduced in the thesis had quite an effect on the material efficiency. The solution where the total production time of the table was shorter had negative effects on the material efficiency.

KEYWORDS:

Product design, product development, furniture, CNC

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	7
2 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET	9
2.1 Pöydän tarina	9
2.2 Prototyypin rakenne	11
2.3 Yhteistyöyritys	15
2.4 Tavoitteet	15
3 TIEDONHANKINTA	17
3.1 Viitekehys	17
3.2 Tutkimuskysymykset	17
3.3 Tutkimusmenetelmät	18
3.4 Tutkimusmenetelmien soveltaminen	19
4 PÖYDÄN KEHITYSTYÖ	20
4.1 Kehitysprosessi	20
4.2 SolidWorks	20
4.3 Pohja	21
4.4 Runko	23
4.5 Kehät	29
4.6 Lasi ja peili	39
4.7 Pintakäsittely	42
4.8 Kokoonpano	42
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	45
LÄHTEET	47

LIITTEET

Liite 1. Kehäaihioiden asetteluja (Johannes Kurki 2016).

KUVAT

Kuva 1. Lampi-pöydän prototyyppi (Johannes Kurki 2014).	8
Kuva 2. Inspiraatiokuva Instagramista (Johannes Kurki 2013).	10
Kuva 3. Renderöintikuva ensimmäisestä konseptista (Johannes Kurki 2013).	12
Kuva 4. Lampi-pöydän prototyypin kehät kahtena osana (Johannes Kurki 2013).	13
Kuva 5. Kehän lapaliitos ilman Domino-tappia (Johannes Kurki 2013).	14
Kuva 6. Sovitepala (Johannes Kurki 2015).	14
Kuva 7. Komponentteihin tehdyt muutokset vaikuttavat muihin osiin (Johannes Kurki 2016).	20
Kuva 8. Pöydän pohja (Johannes Kurki 2016).	22
Kuva 9. Esimerkkikuva pohjalevyyn kehitetystä jyrsinurasta (Johannes Kurki 2015).	23
Kuva 10. Pöydän runko-osat (Johannes Kurki 2016).	24
Kuva 11. Runko-osa 1:n muutos (Johannes Kurki 2016).	25
Kuva 12. Runko-osa 7:n muutos (Johannes Kurki 2016).	25
Kuva 13. Prototyypin epäsiistit liitokset (Johannes Kurki 2015).	27
Kuva 14. Prototyypin runko-osa vaatii muokkausta (Johannes Kurki 2016).	28
Kuva 15. Runko-osan uusi mitoitus (Johannes Kurki 2015).	28
Kuva 16. 1. vanha mallinnus. 2. sovitepala. 3. uusi mallinnus (Johannes Kurki 2016).	29
Kuva 17. Pöydän numeroidut kehät (Johannes Kurki 2016).	30
Kuva 18. Kehien uudet liitoskohdat (Johannes Kurki 2015).	31
Kuva 19. Uudet liitoskohdat runko-osan kanssa (Johannes Kurki 2016).	31
Kuva 20. Kohta 1. Kehä 1. Kohta 2. Kehä 2:n muoto rikkoo pöydän prototyypin kyljen muodon (Johannes Kurki 2015).	32
Kuva 21. Kehäosien liitoskohta näkyy (Johannes Kurki 2015).	32
Kuva 22. Pöydän prototyypin kehäosat sijoitettuna aihioihin (Johannes Kurki 2015).	33
Kuva 23. Kohdat 1 ja 2: Aihioasetteluprosessia. Kohta 3. Lopullinen kehäosien sijoittelu jyrshintäihiolle (Johannes Kurki 2015).	35
Kuva 24. Materiaalisäästö 30,2 % (Johannes Kurki 2016).	35
Kuva 25. Pöydän kehät aseteltuna kahdelle 1500 mm * 3000 mm aihiolle (Johannes Kurki 2016).	36
Kuva 26. Kokoonpanomyönteisen metodin materiaalikulutus yhden pöydän kehissä on 9 neliometriä (Johannes Kurki 2016).	37
Kuva 27. Pöydän prototyypin kehä 1:n kiinnitystä kuvaava räjäytyskuva (Johannes Kurki 2016).	38
Kuva 28. Lasin sinertävyyden huomaa varsinkin kiiltohiotuissa reunoissa (Johannes Kurki 2015).	40
Kuva 29. Valo heijastaa terävästi hiomattomassa reunassa (Johannes Kurki 2016).	41
Kuva 30. Pöydän prototyypissä peilin asennuslevy näkyy peilin alta (Johannes Kurki 2015).	41
Kuva 31. Runko-osien kiinnitys (Johannes Kurki 2016).	43
Kuva 32. Kehä 3:n kiinnitys senkkikantaisella puuruuvilla (Johannes Kurki 2016).	43
Kuva 33. Peilin asennus (Johannes Kurki 2016).	44
Kuva 34. Lasin asennus (Johannes Kurki 2016).	44

KUVIOT

Kuvio 1. Viitekehys (Johannes Kurki 2015).

17

1 JOHDANTO

Lampi-pöydän prototyyppi 2014 Tukholman huonekalumessuilla herätti paljon kiinnostusta alan ammattilaisten sekä muiden messuvieraiden keskuudessa (kuva 1). Messuilta saadun palautteen johdosta huomasi, että pöydällä voisi olla sija huonekalumarkkinoilla, joten päätin valita Lampi-pöydän prototyypin kehittämisen opinnäytetyöni aiheeksi. Opiskeluaikana projektien päämäärä on yleensä jonkinlaisen prototyypin valmiiksi saaminen. Tässä työssä keskitytään kehittämään prototyypistä tuotantovalmis tuote. Olin yhteydessä Adi kalusteet Oy:öön, koska heillä on kokemusta pöytäni kaltaisista huonekalujen valmistamisesta. Adi kalusteet Oy:n asiantuntijoiden avulla saan lisää tarvittavaa tietoa siitä, mitä kehitystyötä tarvitaan prototyypin viemiseksi tuotantovalmiiksi tuotteeksi.

Opinnäytetyössä tutkitaan Lampi-pöydän prototyypin ongelmia, kuten kokoonpanovaiheessa tarvittujen sovitepalojen käyttöä ja pyritään löytämään paras mahdollinen ratkaisu niihin. Pääasiassa kehitystyö tulee olemaan tekemällä tutkimista. Kehitysalustana toimii pöydän prototyypin SolidWorks 3D -mallinnus (ks. tark. luku 4.2). Keskityn kehitystyössä materiaalikäytön tehostamiseen, käsin tehtävän jälkityöstön vähentämiseen, yksityiskohtien, kuten liitosten, parantamiseen sekä tuotteen käytettävyyden lisäämiseen.

Opinnäytetyön alussa kerrotaan Lampi-pöydän tarina ja selvitetään prototyypin rakenne sekä työn tavoite. Tiedonhankintaosuudessa esitellään käytettyjä tutkimusmenetelmiä ja niiden avulla löydetään vastauksia asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Pöydän kehitystyöosassa esitetään prototyypin kyseessä olevan osan perustietoja sekä löydetty ongelma ja ratkaisu ongelmaan. Viimeisessä luvussa käydään läpi opinnäytetyön tavoitteet ja tutkimuskysymyksien tulokset sekä pohditaan tulevaa.



Kuva 1. Lampi-pöydän prototyyppi (Johannes Kurki 2014).

2 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

2.1 Pöydän tarina

Syksyllä 2013 aloitin yhdeksän opintopisteen laajuisen Erikoistava projekti 1 -kurssin, jonka päämääränä oli suunnitella tuote tai palvelu, joka tuo käyttäjälle hyvinvointia luonnosta. Halusin suunnitella tuotteen, joka tuo kotiin tai julkiseen tilaan viitteitä luonnosta. Luonnon läsnäolo voi parhaimmillaan lieventää ahdistusta sekä väsymystä, ja se voi tuoda lisää hyvinolontunnetta ja keskittymiskykyä (Sitra 2013, 7). Lisämotivaatiota toi mahdollisuus viedä tuote esille koulun osastolle Stockholm Furniture & Light Fair 2014 -tapahtumaan.

Sain ensimmäisen idean tuotteesta kuvastani (kuva 2), jossa näkyy heijastus kuvan ottajasta järven pinnassa. Nähtyäni ensimmäisen silmäyksen kuvasta minulle muistui mieleen mahtava reissu kavereiden kanssa Lahteen. Sillä hetkellä luomisen tuska ja ahdistus projektin idean puuttumisesta muuttui hyvinolontunteeksi ja lämpimiksi kesämuistoiksi. Tajusin, että heijastukset luonnossa tulevat olemaan tuotteen kantava idea.



Kuva 2. Inspiraatiokuva Instagramista (Johannes Kurki 2013).

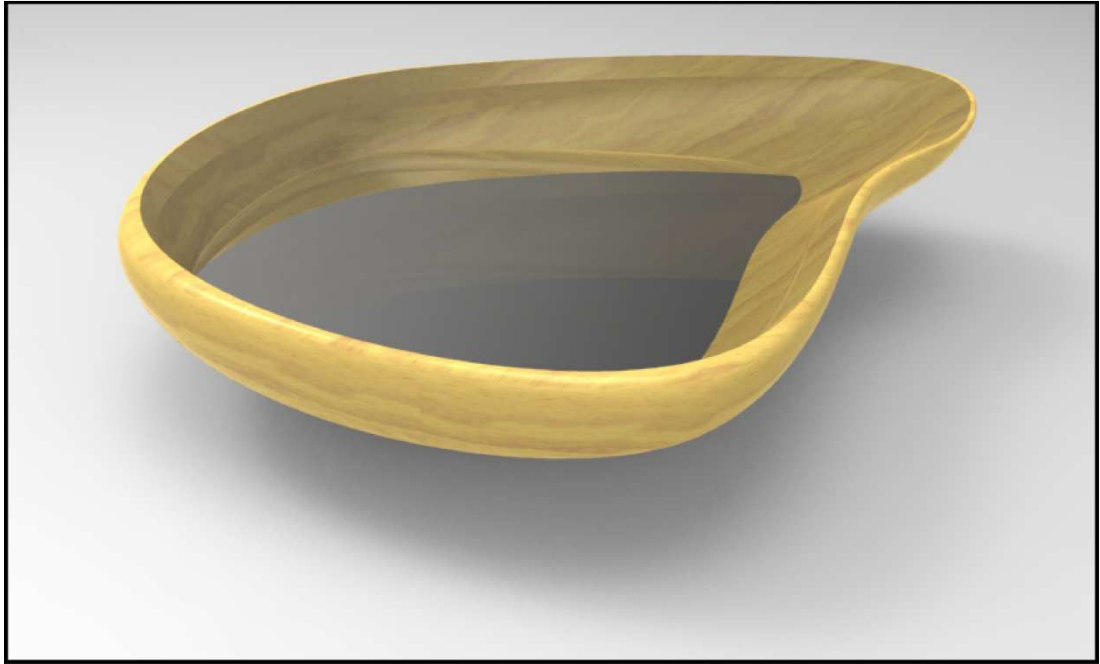
Jonkinlaisen pöydän suunnitteleminen alkoi kiehtoa, koska pöydän pinta on otollinen alusta heijastuksien toteutukselle. Halusin pöydän ulkomuodonkin muistuttavan luonnosta, jotta tuote pystyisi vahvistamaan käyttäjän muistoa mahdollisesta aikaisemmasta luontokokemuksesta. Aloin luonnostelemaan orgaanisen muotoisia pöytiä. Tuntui loogiselta, että pöydän pinnan yläprojektiio jäljittelee luonnonmukaista vesialuetta, kuten vesilätäkön tai lammen muotoa. Tosin myöhemmin jo pöydän prototyypin valmistuttua tajusin, että pöytä onkin saattanut saada muotonsa avokadon puolikkaasta. Muistan pöytää luonnostellessa syöneeni paljon avokadoja.

2.2 Prototyypin rakenne

Valmistusteknisistä ja logistisista syistä pöytä päätettiin rajata sohvapöydän kokoiseksi. Pöydän pintatasoksi valittiin lasi ja sen alapuolelle tyhjää tilaa täyttämään, luomaan syvyyttä ja tuottamaan lisää heijastusefektejä sijoitettiin peili. Tässä vaiheessa ajatuksena oli työstää pöydän muoto CNC-jyrsimellä (Computerized Numerical Control eli tietokoneistettu numeerinen ohjaus) massiivipuusta (kuva 3).

Tämän konseptin toteuttaminen oli kuitenkin sen hetkiseen aikatauluun sopimaton. Muitakin epäkäytännöllisiä puolia tässä ideassa oli, kuten vaivalloinen aihion valmistus, huomattavan pitkä CNC-työstöaika sekä se, että pöydästä olisi tullut myös melko painava. Massiivipuuisen pöydän korkeus olisi ylittänyt koulun CNC-jyrsimen maksimityöstökorkeuden, ja pöytä olisi pitänyt jyrsiä muutamassa osassa korkeussuunnassa kerroksittain, mikä olisi vaikeuttanut prototyypin valmistusta.

Kerroksittaisuudesta saatiin idea toteuttaa pöytä ohuemmista kehistä kiinnittämällä ne runkorakenteeseen samalla jättäen sopivan välin kerroksiin luomaan muodolle ilmavuutta ja jatkuvuutta. Aluksi kehät oli suunnitelmissa toteuttaa puurimoista muottiin höyryn avulla taivuttamalla, mutta aikataulullisesti prototyypin valmistuksen aikana ei olisi ollut varaa virheisiin, joita tätä tekniikkaa käytettäessä olisi saattanut helposti tulla.



Kuva 3. Renderöintikuva ensimmäisestä konseptista (Johannes Kurki 2013).

Kehät päädyttiin työstämään CNC-jyrsimellä 18 millimetrin paksuisesta läpikuultavalla fenolifilmillä päällystetystä koivuvanerista. Päällimmäinen kehä jyrsittiin yhtenä kappaleena, koska pintakehään ei haluttu näkyviä liitoksia. Muut kehät jyrsittiin kahtena osana (kuva 4). Kahtena osana jyrsiminen pienensi materiaalihukkaa huomattavasti.

Kehän yhteenliimaamista varten suunniteltiin Festoolin Domino -liitostapilla vahvistettu lapaliitos (kuva 5). Domino-tapin ensisijainen tarkoitus on auttaa kohdistamaan liitokset oikein.

Pöydän pohja jyrsittiin CNC-jyrsimellä 42 millimetrin paksuisesta havuvanerista. Pohjaan jyrsittiin urat runko-osille, jotka valmistettiin CNC-jyrsimellä 21 millimetrin paksuisesta koivuvanerista. Runko-osien kehäliitoskohdat vaativat vanesahalla viimeistelyn. Runko-osat kiinnitettiin pohjaan kahdella 4 * 40 millimetrin kokoisella puuruuvilla. Kehät kiinnitettiin runkoon alapuolelta ruuvaamalla 3 * 30 millimetrin senkkikantaisilla puuruuveilla. Kehien kiinnittämisvaiheessa huomattiin, että joissain kohdissa kiinnitysruuvi jää näkyviin kehien välistä. Tämä

ratkaistiin tekemällä sovitepaloja (kuva 6), joiden läpi kehä kiinnitetään ylemmän olevaan kehään.

Peilin valmistuksessa käytetty ylimääräiseksi jäänyt MDF-sabluuna kiinnitettiin senkkikantaisilla puuruuveilla runkoon, jonka jälkeen peili kiinnitettiin kaksipuolisella teipillä sabluunaan. Pöydän 8 millimetrin paksuinen tasolasi upotettiin pintalevyyn jysittyyn uraan. Pöydän pohja, runko ja kehien reunat pintakäsiteltiin läpikuultavalla öljyvahalla.

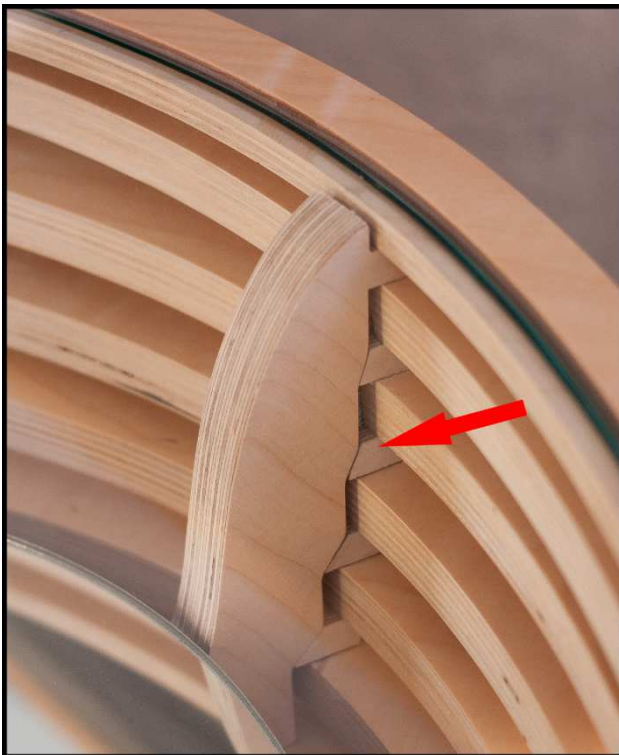
Pöydän esittely Stockholm Furniture & Light Fair -messuilla helmikuussa 2014 oli hieno kokemus. Ihasteluja ja kysymyksiä riitti niin design-alan ammattilaisilta kuin tavallisilta messuvierailtakin. Tukholmasta matkaan tarttui myös muutamia kiinnostavia kontakteja mahdollisista yhteistyökuvioista. Ikävä kyllä vielä tässä vaiheessa pöydän tarina ei saanut jatkoa. Lampi-pöydän tarina sai odotella jatkoa seuraavaan syksyyn, jolloin työskentelyä pöydän parissa jatkettiin tämän opinnäytetyön merkeissä.



Kuva 4. Lampi-pöydän prototyypin kehät kahtena osana (Johannes Kurki 2013).



Kuva 5. Kehän lapaliitos ilman Domino-tappia (Johannes Kurki 2013).



Kuva 6. Sovitepala (Johannes Kurki 2015).

2.3 Yhteistyöyritys

Opinnäytetyön tiimoilta oltiin yhteydessä noin kymmeneen eri huonekalutehtaan eri puolella Suomea, ja muutama kiinnostunut taho löytyi. Adi Kalusteet Oy tuntui parhaalta vaihtoehdolta. Heidän nykyaikainen laitteistonsa, kokemuksensa lasin ja puun yhdistämisestä huonekaluissa, myyntikanavansa ja sijaintinsa olivat syitä, joiden vuoksi yritys tuntui sopivalta yhteistyöyritykseltä.

Ensimmäisessä palaverissa marraskuussa 2014 Adi Kalusteet Oy:n yksikönjohtaja Kimmo Fagerlund oli innostunut viemään pöytää eteenpäin tuotantoon. Hänelle esitettiin pöydän kehittämisideoita, joita tultaisiin tutkimaan opinnäytetyössä. Hän piti esitettyjä kehittämiskohteita hyvinä. Alustavasti keskusteltiin myös pöydän valmistussopimuksesta, johon liittyvät rojalti- ja suunnittelupalkkio tuntuivat erittäin hyviltä.

Adi Kalusteet Oy on 28 ihmistä työllistävä huonekalutehdas Salossa. Tehdas käyttää mahdollisuuksien mukaan suomalaisia raaka-aineita. Tämä tekee tuotteista laadukkaita ja takaa vaadittavan toimintavarmuuden. Adi Kalusteet Oy:n mallisto on monipuolinen. Mallistoon kuuluu muun muassa työtilan kalusteita, myymäläkalusteita, monenlaisia pöytiä sekä sohvakalusteita. (Adi Kalusteet Oy.)

"Ympäristönsuojelu, kestävä henkilöstöpolitiikka ja suomalaisen työn arvostaminen kantavat laatukriteereitämme asiakaslähtöisten ratkaisuiden onnistumisiin toteutuksiin nyt ja tulevaisuudessa." (Adi Kalusteet Oy).

2.4 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää Lampi-pöydän prototyyppistä teollisesti tuotettavissa oleva huonekalu sekä yksityisiin että julkisiin tiloihin. Teollisen tuotannon näkökulmasta erityisiä kehittämiskohteita ovat materiaalikäytön tehostamisen, työstömenetelmien tehokkuuden parantamisen, yksityiskohtien, kuten liitosten, viimeistelyn ja tuotteen käytettävyyden parantamisen.

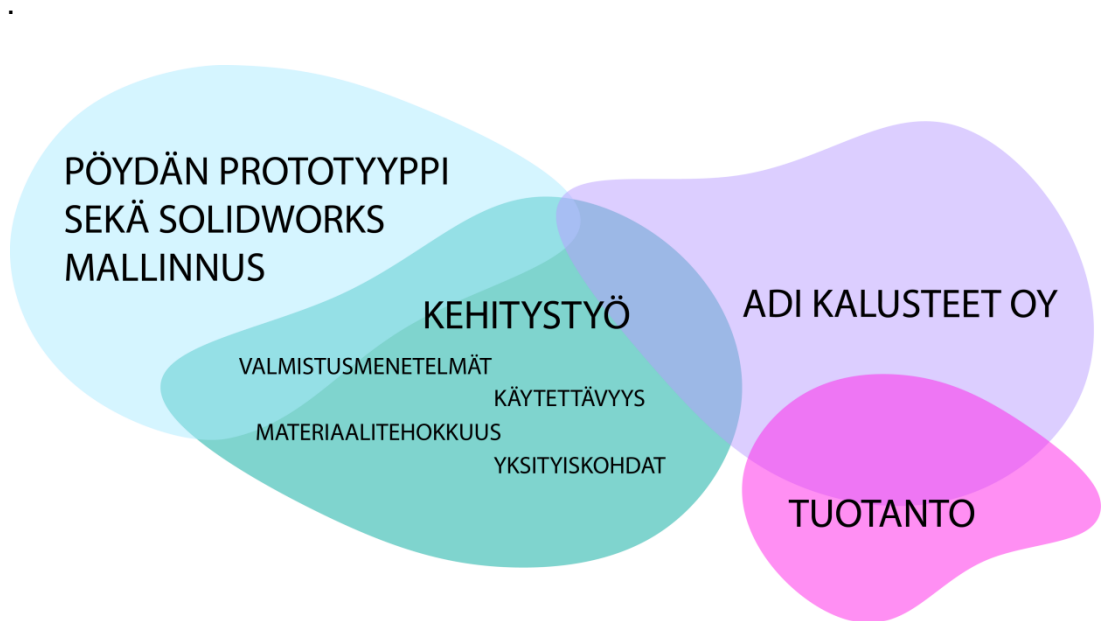
Lisäksi henkilökohtaisena tavoitteena on oppia prototypointivaiheen jälkeisestä prosessista. Opiskeluaikana kurssiprojektit päättyvät usein prototyypin, hahmomallin, mallinnuksen tai esityskuvien arvosteluun ja siitä mahdollisesti saata-vaan palautteeseen.

Opinnäytetyössä suunnittelijalla on mahdollisuus reagoida Lampi-pöydän prototyypin valmistusvaiheessa havaittuihin ongelmiin sekä pöydästä saatuun palautteeseen. Tavoitteena on saada parempi ymmärrys siitä, kuinka vaativa ja aikaa vievä prosessi on kehittää niin teknisesti kuin myös esteettisesti mahdollisimman viimeistelty tuote. Tässä opinnäytetyössä lähestytään käsitettä "mahdollisimman viimeistelty tuote" vain tuotannon näkökulmasta, eikä käsitteeseen sisällytetä esimerkiksi pakkaussuunnittelua, markkinointia tai myyntiä.

3 TIEDONHANKINTA

3.1 Viitekehys

Viitekehys esittää kategorisoidusti opinnäytetyön keskeiset asiat ja niiden välillä olevat yhteydet (kuvio 1).



Kuvio 1. Viitekehys (Johannes Kurki 2015).

3.2 Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyössä asetettujen tavoitteiden pohjalta on johdettu seuraavat tutkimuskysymykset:

1. Mitä kehityskohteita Lampi-pöydän prototyypissä ja sen valmistamisessa on?
2. Miten osoitetut ongelmat ratkaistaan?

3.3 Tutkimusmenetelmät

Dokumenttianalyysi

Dokumenteilla tarkoitetaan kattavasti aiheesta tallennettua aineistoa. Dokumenttiaineiston käyttämisellä tutkimuksessa voidaan korvata aineiston kerääminen haastatteluiden, kyselylomakkeiden yms. avulla. Dokumentin analysoiminen tarkoittaa kaiken sen tiedon todennettavuutta, jota ei saada esiin suorien, välittömien havaintojen avulla. (Anttila 2005, 202–204.)

Esineanalyysi

Kun esinettä tutkitaan fyysisenä kappaleena itsessään, eikä huomioida esineen semioottisia tai historiallisia näkökantoja, voidaan esineanalyysiä pitää dokumenttianalyysin sovelluksena. Analyysin tavoitteena on tuoda esiin tutkimuksen tavoitteisiin liittyviä asioita, kuten rakenne ja valmistustekniikka. (Anttila 2000, 280–281.)

Haastattelu

Haastattelu on usein helppo ja nopea tapa saada tutkimuksessa tarvittavaa tietoa. Asiantuntijahaastattelussa haastateltava valitaan tutkittavan aiheen mukaan. Haastateltavalta on tarkoitus saada selville kyseessä olevan aiheen erikoistietämystä kuten ilmiön laajoista kysymyksistä, organisaatiosta, historiallisesta kehityksestä, tulevaisuuden suuntaviivoista, sekä erityisesti teknistä, juridista, taloudellista ja hallinnollista informaatiota. Haastattelua tekevän tutkijan on myös oltava hyvin perehtynyt aiheeseen, ettei haastateltava voi manipuloida tutkijan mielipiteitä vastaamaan omia näkemyksiään. (Anttila 2005, 196–199.)

Tekemällä tutkiminen

Tekemisperusteisessa tutkimuksessa taiteellisen ja suunnitteluosaamisen on oltava kattava sekä tiedonhalun on oltava suuri. Tutkijan laaja itsekriittisyys luo perustan, jotta päästään luotettaviin ja päteviin tuloksiin. Aktiivisen dokumentaation keinoin voidaan saada selville teoreettiset, henkilökohtaiset sekä käytännölliset seikat ja niihin liittyvät ongelmat. (Anttila 2005, 426.)

3.4 Tutkimusmenetelmien soveltaminen

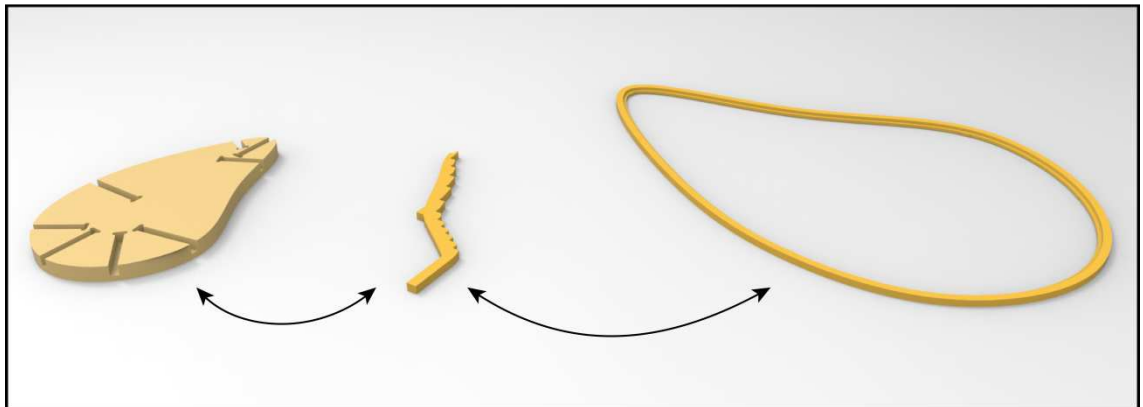
Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen pyritään löytämään vastauksia esineanalyysin, dokumenttianalyysin ja asiantuntijahaastattelujen avulla. Esineanalyysissä tutkitaan Lampi-pöydän prototyyppiä ja tuodaan esille yksityiskohtiin, kuten pöydän liitoksiin, ja käytettävyyteen liittyviä ongelmakohtia. Dokumenttianalyysissä tutkitaan Lampi-pöydän prototyypin 3D-mallinnustiedostoja ja aiheeseen liittyvää alan kirjallisuutta. 3D-mallinnuksia tutkimalla tuodaan esiin niin ikään yksityiskohtiin liittyviä ongelmia ja lisäksi voidaan paneutua materiaalitehokkuuteen liittyvään kehitystyöhön. Asiantuntijahaastatteluissa saadaan selville yhteistyöyrityksen asiantuntijoilta kokonaisvaltaisesti Lampi-pöydän prototyypistä löytyviä kehityskohteita. Pääpainona asiantuntijahaastatteluissa ovat kuitenkin käytettäviin materiaaleihin ja valmistusmenetelmiin liittyvät kysymykset.

Toisessa tutkimuskysymyksessä paneudutaan ensimmäisen tutkimuskysymyksen tuloksiin eli löydettyihin kehityskohtiin. Niihin pyritään löytämään ratkaisuja käyttämällä tekemällä tutkimismetodia. Kyseisellä metodilla testataan erilaisia menetelmiä pääosin 3D-mallintamalla ja pyritään löytämään parhaat ratkaisut asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi.

4 PÖYDÄN KEHITYSTYÖ

4.1 Kehitysprosessi

Pöydän eri elementteihin kohdistuva suunnittelutyö on jaoteltu omiksi alaotsikoikseen, vaikka elementteihin tehdyt muutokset saattavat johtaa muutoksiin myös toisessa elementissä (kuva 7). Luvussa 4 tuodaan esiin sekä visuaalisesti että kirjallisesti elementin perustietoja, havaittuja ongelmakohtia sekä ratkaisuja ongelmiin.



Kuva 7. Komponentteihin tehdyt muutokset vaikuttavat muihin osiin (Johannes Kurki 2016).

4.2 SolidWorks

Opinnäytetyön varsinainen kehitystyö tehdään SolidWorks-mallinnusohjelmalla. SolidWorks on parametrinen 3D-suunnitteluohjelmisto, jossa kolmiulotteisen geometrian avulla mallinnetaan haluttu 3D-mallinnus kappaleesta. 3D-mallinnuksen avulla voidaan havaita mahdollisia virhekohtia, jotka aiheuttaisivat yhteensopivuusongelmia fyysisessä kokoonpanossa. 3D-mallinnuksen parametrisuuden ansiosta kappaleeseen asetettuja mittoja voidaan muuttaa missä

tahansa mallinnusvaiheessa ja kohteen geometria muuttuu uusien arvojen mukaiseksi. (Hietikko 2012, 23.) Huomioimalla suunnittelijan ammattitaidon ja henkilökohtaisen tiedonannon perusteella saadut tiedot valmistustekniikan mahdollisuuksista ja rajoituksista 3D-mallintamalla pystytään todentamaan kehitysidean toimivuus ilman aikaa vievää käytännön prototyypitestaamista.

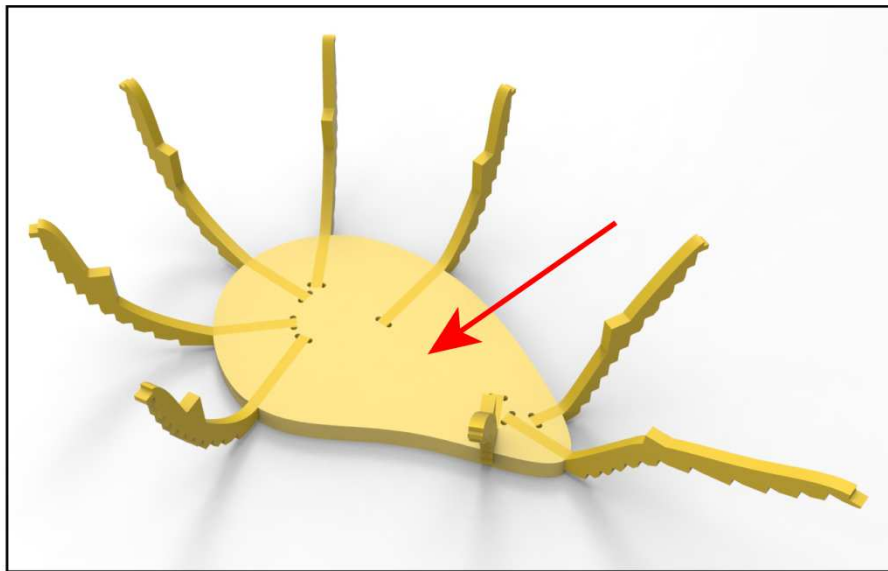
4.3 Pohja

Lampi-pöydän prototyypin pohja (kuva 8) on valmistettu liimaamalla kaksi 21 millimetriä paksua havuvaneria yhteen, jotta saadaan 42 millimetriä paksu pohjalevy. Pohjaelementti on liimattu kahdesta osasta, koska prototyypin rakennusvaiheessa koulun puuvarastossa ei ollut saatavilla 42 millimetrin paksuista havuvaneria. Sen hankkiminen kyseisessä tilanteessa olisi ollut vaivalloisempaa kuin yhteenliimaaminen. Materiaaliksi valittiin havuvaneri, koska se on halvempaa kuin koivuvaneri, eikä pohjaelementti tule näkyviin kuten muut osat, jotka valmistetaan koivuvanerista. Henkilökohtaisessa tiedonannossa Adi Kalusteet Oy:n yksikönjohtaja Kimmo Fagerlundin kertoo yrityksen käyttävän materiaalin-toimittajana Koskisen Oy:tä (Adi Kalusteet Oy 13.2.2015). Materiaalintoimittajan valikoimasta löytyy 42 millimetriä paksua havuvaneria, joka valikoitui pöydässä käytettäväksi materiaaliksi (Koskisen Oy 21.5.2014).

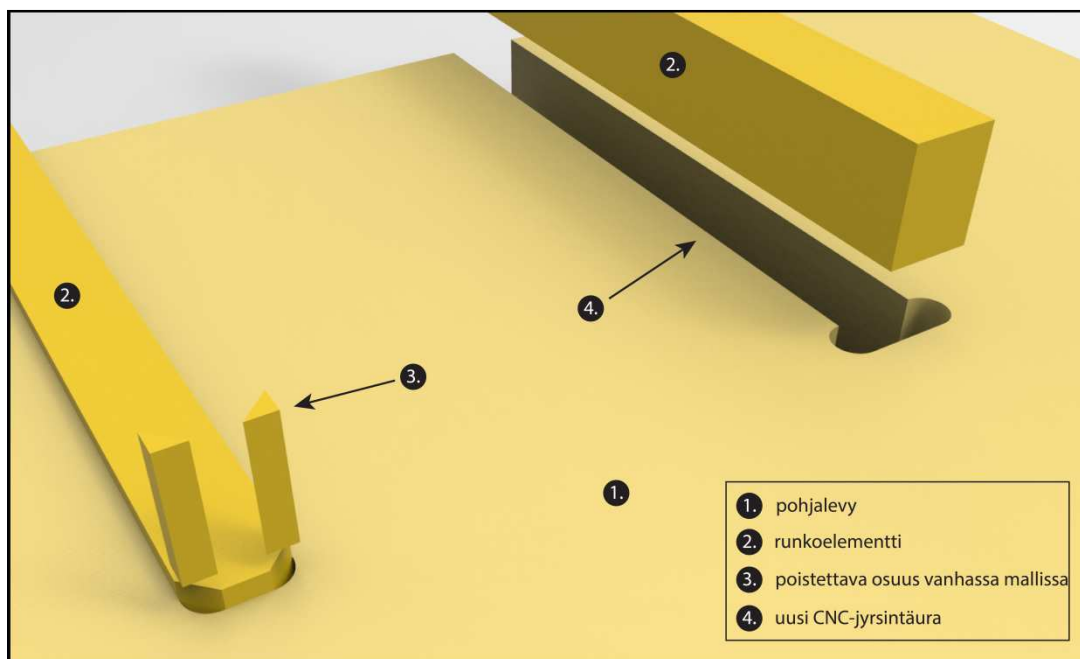
Pohjaelementin funktioita ovat muun muassa pöydän kokoamisen helpottaminen ja painopisteen tuominen alemmas. Pohjaelementti ei varsinaisesti tuo huomattavasti massaa lisää lattian tasolle, vaan mahdollistaa helpomman lisäpainon kiinnityksen. Prototyypivaiheessa tehtyjen empiiristen tutkimusten perusteella lisäpainoa ei kuitenkaan pohjaan tarvita. Tutkimuksessa pöydän käyttö testattiin normaalissa käyttötilanteessa sekä siihen kohdistettiin liioiteltuakin voimaa.

Pohjaan tehtiin muutos CNC-jyrsintäuriin (kuva 9), johon kiinnitetään runko-osat. Pöydän prototyypin rakennusvaiheessa huomattiin, että runko-osaa joutuu muokkaamaan vannesahalle, jotta kappale kohdistuu sille kuuluvalla paikalle.

Kehitetty versio pohjalevystä poistaa tarpeen tehdä muokkauksia vannesahalla tai muulla työstömenetelmällä runko-osien pohjakiinnityskohtiin. Myös pohjaan jysyttävien runko-osien kiinnityskohtia muutettiin siten, että runko-osien ja kehiin liitokohdat ovat mahdollisimman kohtisuorassa toisiinsa nähden. Samalla myös sommiteltiin tukiosien paikkoja uudelleen visuaalisesti miellyttävämmäksi kokonaisuudeksi. Pohjaan tehdyt muutokset lyhentävät pöydän kokonaistyöstö-aikaa ja pienentävät kehiin tehtäviä muutoksia. Pöydän kehiin tehtävät mahdollisimman pienet muutokset parantavat pöydän estetiikkaa.



Kuva 8. Pöydän pohja (Johannes Kurki 2016).

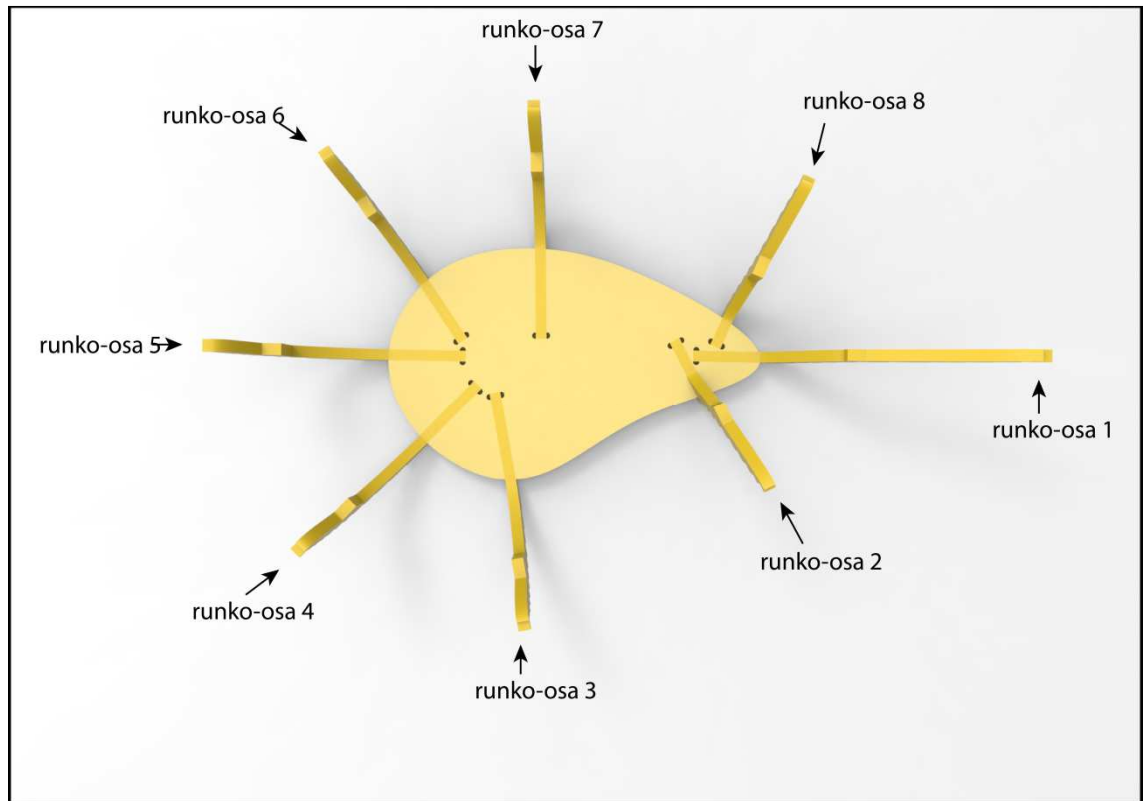


Kuva 9. Esimerkkikuva pohjalevyyn kehitetystä jyrsinurasta (Johannes Kurki 2015).

4.4 Runko

Pöydässä on kahdeksan erillistä runko-osaa (kuva 10). Runko-osat nimetään siten, että runko-osa 1 on pöydän kapeammassa kärjessä oleva runko-osa ja siitä myötävänsä runko-osa 2, runko-osa 3 ja niin edelleen.

Runko-osat on pöydän prototyypissä valmistettu 21 millimetrin paksuisesta koivuvanerista. Pöydän prototyypin suunnitteluvaiheessa päätettiin esteettisistä syistä käyttää hieman paksumpaa materiaalia kuin pöydän kehissä käytettyä 18 millimetrin paksuista koivuvaneria. Haluttu esteettinen vaikutelma saavutettiin prototyyppivaiheessa, eikä saadun yleisen palautteen mukaan nähty tarpeelliseksi muuttaa runko-osissa käytettävää materiaalia tai sen paksuutta pöydän kehitysversiossa.



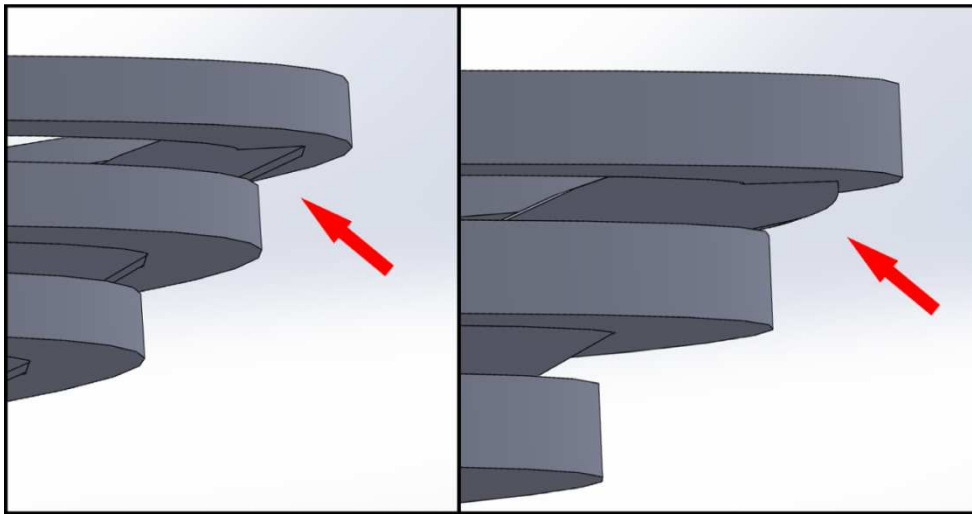
Kuva 10. Pöydän runko-osat (Johannes Kurki 2016).

Pöydän kokoamisen nopeuttamiseksi harkittiin runko-osa 1:n ja runko-osa 5:n sekä runko-osa 3:n ja runko-osa 7:n yhdistämistä toisiinsa. Kokoonpanomyönteisen suunnittelun periaatteiden mukaisesti kokoonpano voidaan jaotella kahteen vaiheeseen: osien käsittelyvaiheeseen eli osan esille ottaminen ja siirtäminen sekä asennus paikalleen. Runko-osien yhdistämisellä olisi saavutettu helpompi ja nopeampi osien siirtely sekä asennus, mutta runko-osien ja kehien liitoskohta muuttui tästä johtuen radikaalisti huonomman näköiseksi. Runko-osien yhdistäminen jätettiin pois uudesta, parannellusta tuotteesta. (Hietikko 2008, 154–156.)

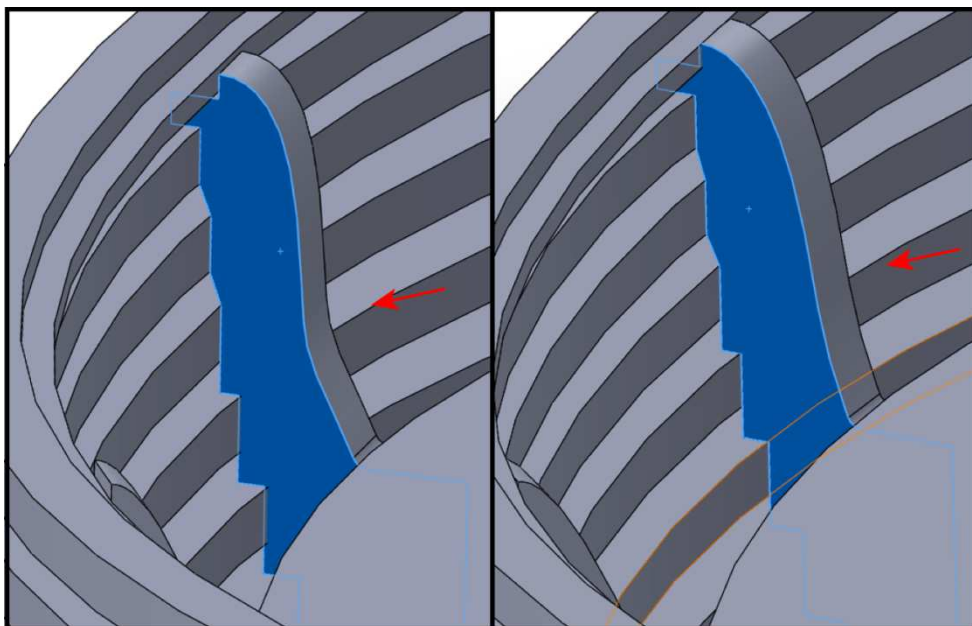
Esineanalyysin ja dokumenttianalyysin perusteella huomattiin, että runko-osa 1:n kärki (kuva 11) vaatii uudelleen muotoilua, koska kyseisessä kohtaa materiaalivahvuus jää liian heikoksi sekä terävä kärki on altis vahingoittumaan osan

siirtely- ja asennusvaiheessa. Uudessa muodossa materiaalivahvuus on parempi ja kohdan muotoilu myötäilee paremmin pöydän kokonaisilmettä.

Tutkimuksien perusteella myös runko-osa 7:n muoto vaati korjailua, jotta se olisi yhdenmukaisempi muiden runko-osien kanssa ja myös näin ollen miellyttävämmän näköinen (kuva 12).



Kuva 11. Runko-osa 1:n muutos (Johannes Kurki 2016).



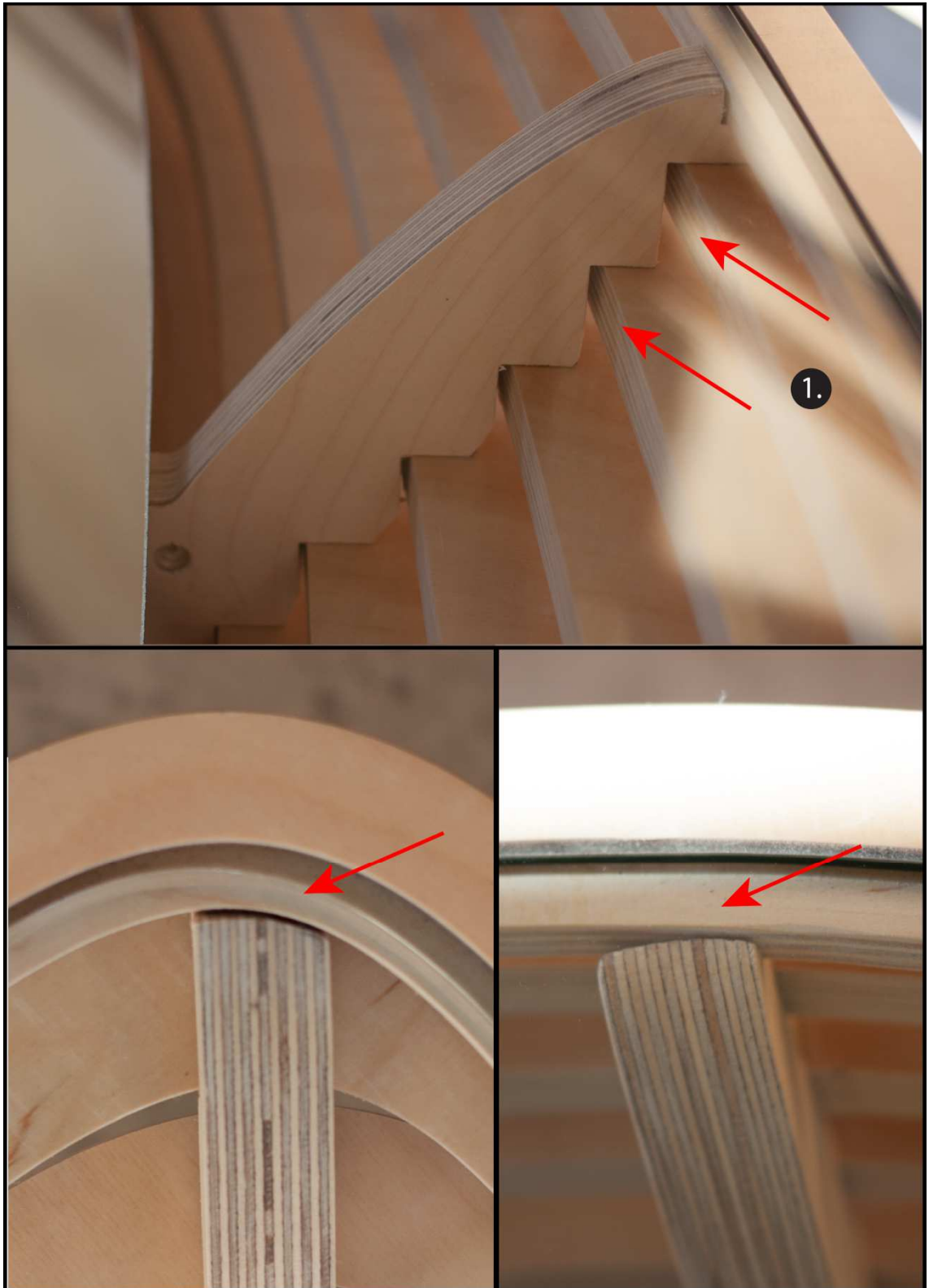
Kuva 12. Runko-osa 7:n muutos (Johannes Kurki 2016).

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteina on parantaa pöydän yksityiskohtien visuaalista miellyttävyyttä. Pöydän prototyypissä eniten visuaalisesti kehitettävää on runko-osien ja kehien liitosten yksityiskohdissa (kuva 13). Liitoksien viimeistelyt jäivät prototyypin suunnitteluvaiheessa aikataulullisista syistä keskeneräisiksi. Varsinkin päällimmäisen kehän ja runko-osien välinen liitos on prototyypissä hyvin näkyvästi esillä. Prototyypissä runko-osan ja päällimmäisen kehän liitoskohta on suunniteltu limittäiseksi (kuva 14), jolloin asennusvaiheessa runko-osaa jouduttiin muokkaamaan perinteisin puuntyöstömenetelmin vaihtelevin lopputuloksien. Alempien kehien ja runko-osien liitoskohdat on pöydän prototyypissä jätetty väljäksi helpomman kokoonpanon saavuttamiseksi (kuva 13, kohta 1). Näin väljät liitokset eivät kuitenkaan kuulu viimeistelyyn tuotteeseen.

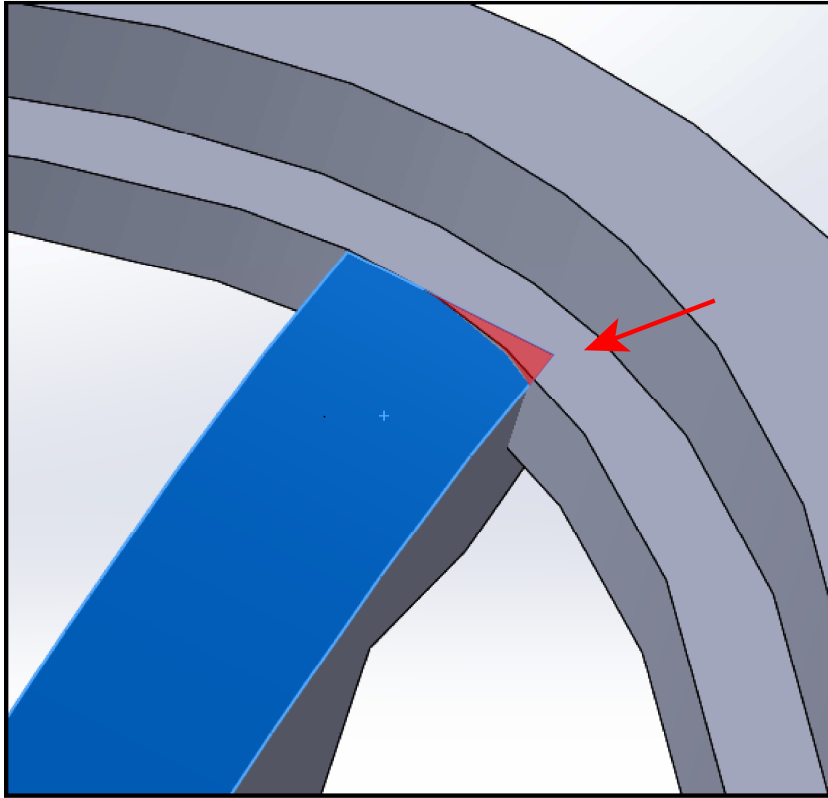
Runko-osien ja kehien välisiä liitoksia alettiin korjata mitoittamalla runko-osien liitoskohdat uusiksi. Uudessa mallissa käytiin läpi kaikista kahdeksasta runko-osasta jokaisen kehäkappaleen liitoskohta. Liitoskohtiin mitoitettiin tarvittava välitys (kuva 15), joka kehäelementtejä käsittelevässä luvussa 4.5 muokataan siistiksi liitokseksi.

Runko-osan liitoskohdan kulma (kuva 15, kohta 3) vaati prototyypissä jälkityöstöä. CNC-jyrsimen terä ei pysty tekemään kuvan kaltaista 90 asteen terävää kulmaa, vaan työstöstä jää terän säteen mukainen pyöristys. Kulman siistiminen perinteisiä puuntyöstömenetelmiä käyttäen on verrattain hidasta ja virhealtista. Runko-osien kehitysversioissa CNC-jyrsimen terän jättämä pyöristys on huomioitu mallintamalla pyöristys runko-osaan kuuluvaksi ominaisuudeksi (kuva 16, kohta 3).

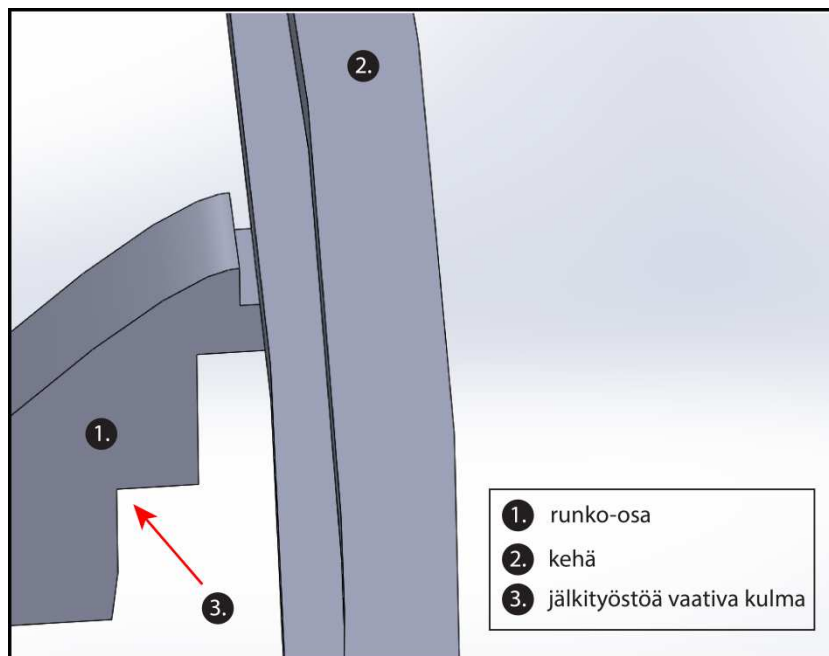
Runko-osien uudelleen muotoilulla vältetään myös prototyypin kokoonpanovaiheessa valmistettujen sovitepalojen käyttö (kuva 16, kohta 2). Sovitepaloja ei suunniteltu prototyyppiin erikseen tarkoituksella, vaan ne olivat pikainen korjausratkaisu pöydän kokoonpanon loppuun saattamiseksi. Kehitysversioonkin harkittiin samantapaisia siistimmin toteutettuja sovitepaloja, mutta ideasta luovuttiin, koska pöytään tarvittavien erillisten osien määrä haluttiin pitää mahdollisimman pienenä.



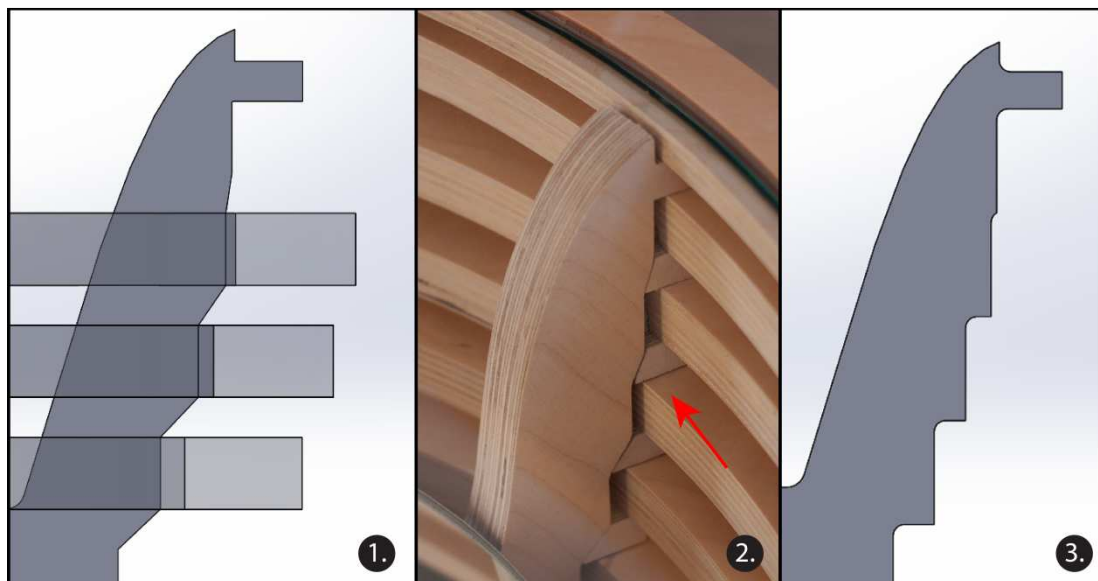
Kuva 13. Prototyypin epäsiistit liitokset (Johannes Kurki 2015).



Kuva 14. Prototyypin runko-osa vaatii muokkausta (Johannes Kurki 2016).



Kuva 15. Runko-osan uusi mitoitus (Johannes Kurki 2015).



Kuva 16. 1. vanha mallinnus. 2. sovitepala. 3. uusi mallinnus (Johannes Kurki 2016).

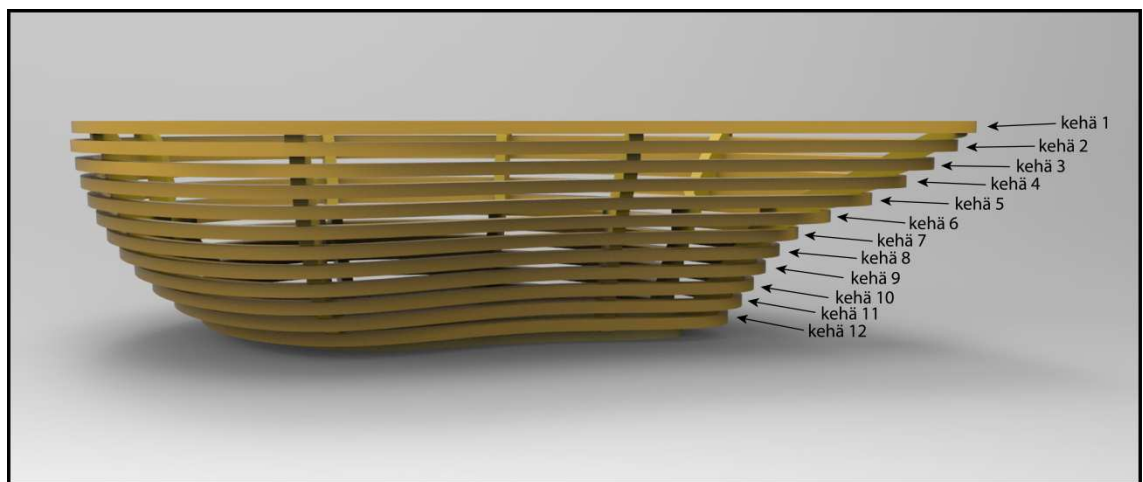
4.5 Kehät

Yksityiskohtien viimeistely

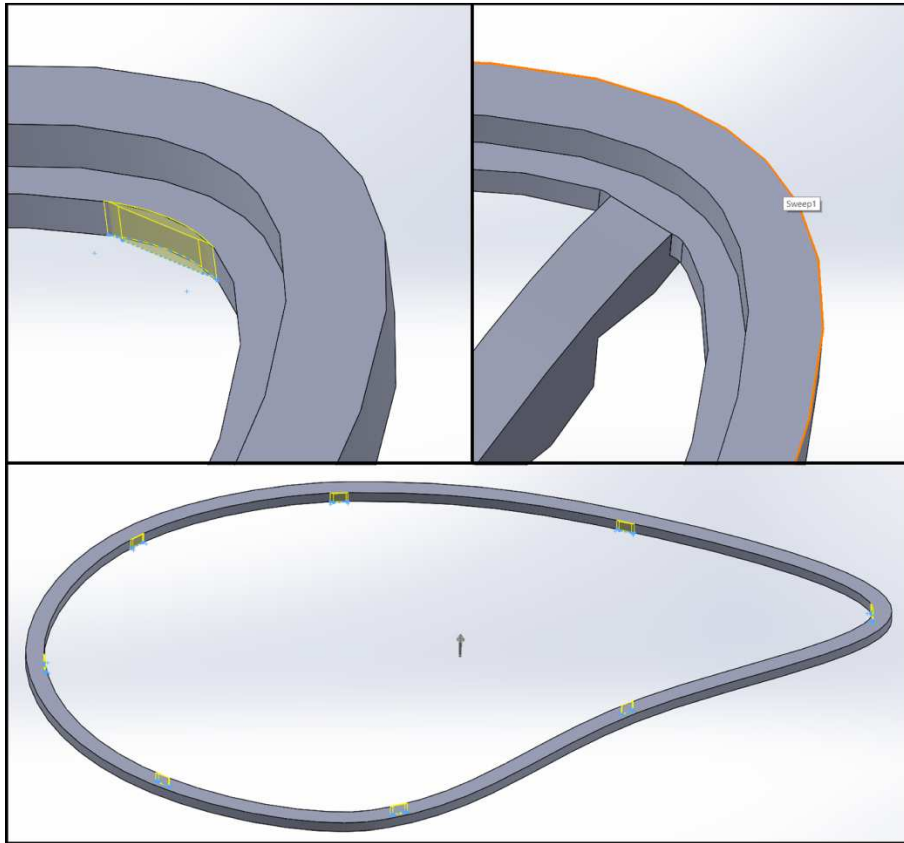
Pöydässä on kaksitoista päällekkäistä kehää, jotka nimetään ylimmäisestä kehästä alaspäin kehä 1, kehä 2, kehä 3 ja niin edelleen (kuva 17). Jo aiemmin todettu liitosten epäsiisteys on silmiinpistävin ongelma pöydän prototyypin kehissä. Tähän ongelmaan onkin jo pureuduttu edellisessä runko-osia koskevassa luvussa ja aloitettu runko-osien osalta kyseisen ongelman ratkaisu. Uusiin kehiin mallinnettiin runko-osaan siististi yhdistyvä liitoskohta (kuva 18).

Uusien liitoskohtien mallintaminen oli aikaa vievä prosessi, sillä jokaisen kahdentoista kehän kahdeksan runko-liitoskohtaa oli mitoitettava erikseen (kuva 19). Idea tämän tyyppisestä ratkaisusta liitosten kehittämiseksi alkoi muhia jo pöydän prototyypin kokoamisvaiheessa, ja muutaman eri mallintamalla testatun ratkaisun jälkeen päädyttiin kyseiseen vaihtoehtoon pöydän liitosten viimeistelemiseksi.

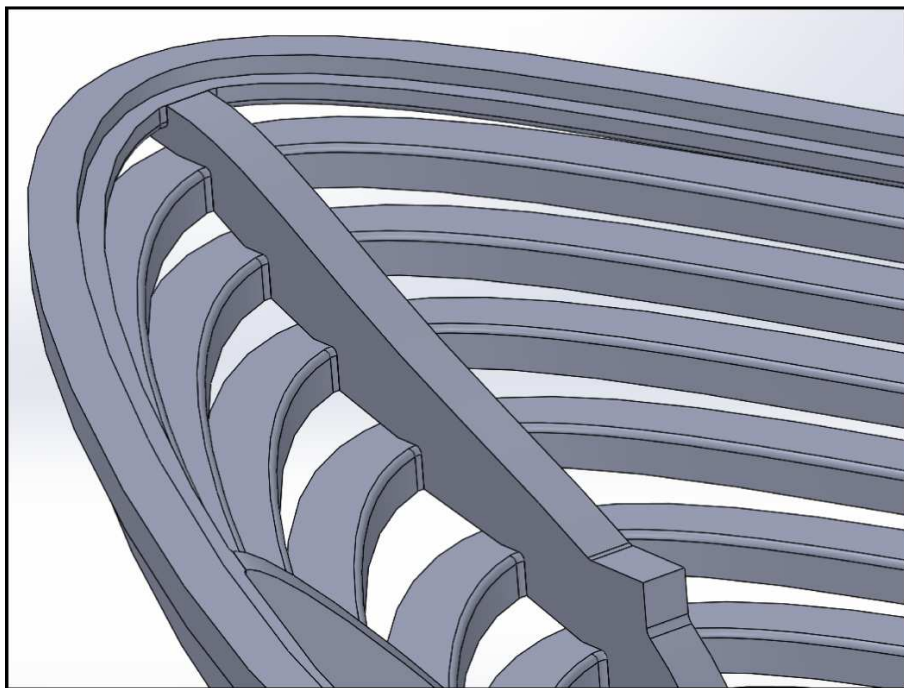
Lisäksi kehäosien pintapuolen sisäreunaan mallinnettiin runko-osaa vastaava pyöristys. Pyöristys on suunniteltu tehtävän käsijyrsimellä tai vastaavalla työmenetelmällä CNC-koneistuksen ja kehien kokoamisen jälkeen. Pyöristystä ei voida työstää CNC-jyrsimellä, koska kehä 1:n ja puolet kehäosien 2–12 pyöristyksistä tulisi aihiolevyn alapintaan. Erikseen käsijyrsimellä tehtävän pyöristyksen haittapuolena on inhimillisen virheen vaara ja hitaampi työstönopeus. CNC-jyrsin taas ei tee virheitä, jos työstöradat on ohjelmoitu huolellisesti.



Kuva 17. Pöydän numeroidut kehät (Johannes Kurki 2016).

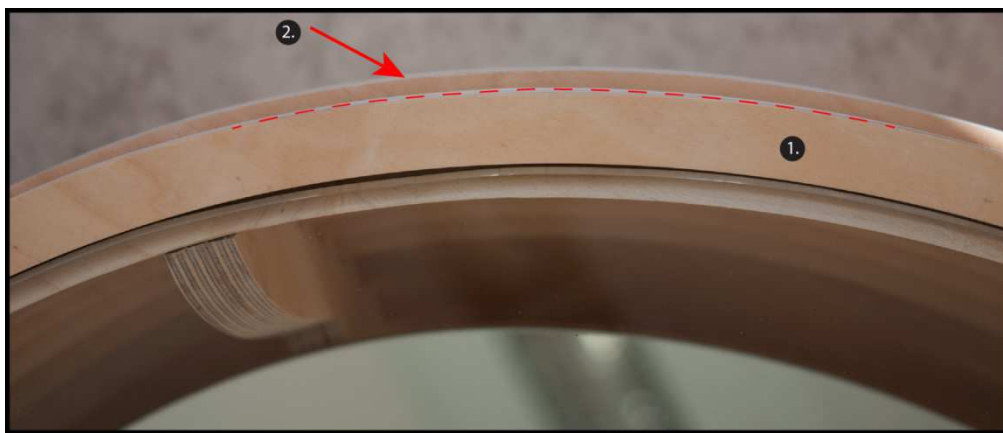


Kuva 18. Kehien uudet liitoskohdat (Johannes Kurki 2015).

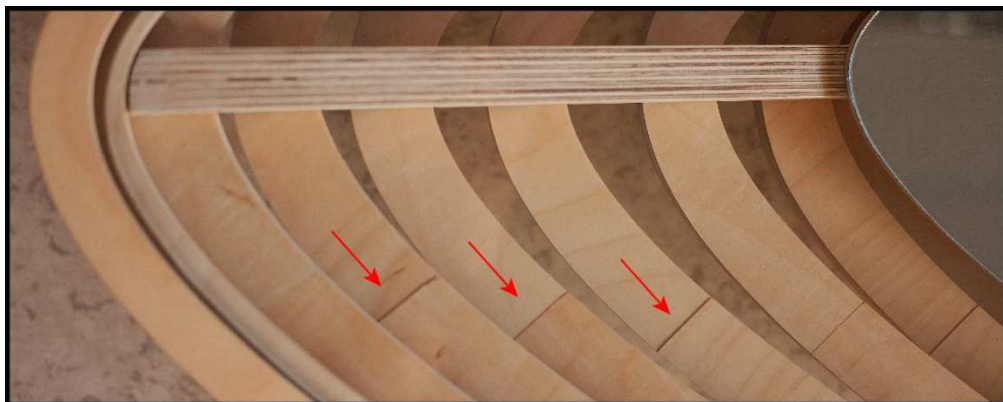


Kuva 19. Uudet liitoskohdat runko-osan kanssa (Johannes Kurki 2016).

Esineanalyysin tuloksena huomattiin kehä 2:ssa ongelmakohta (kuva 20) ja detaljivirhe kehien kahden osan liitoskohdassa (kuva 21). Kuvassa 20 kehä 2 tulee kehä 1:n alta esiin epämiellyttävästi. Pöydän prototyypin mallinnettaessa kehä 2:n osoitetulla ongelmamuodolla on pyritty luomaan pöydän kylkeen luonnollista pyöreää muotoa. Kyseinen kohta onkin hyvä osoitus siitä, että se mikä tietokoneen näyttöpäätteeltä näyttää hyvältä, ei välttämättä enää ole valmistetussa prototyypissä toimiva ratkaisu. Kohdan ongelma ratkaistiin tekemällä muutoksia mallinnukseen. Kuvassa 21 näkyvä kehäosien liitoskohdan virhe eliminoidiin siirtämällä pintapuolella näkyvä liitoskohta kehä 1:n ja kehä 5:n alle piiloon.



Kuva 20. Kohta 1. Kehä 1. Kohta 2. Kehä 2:n muoto rikkoo pöydän prototyypin kyljen muodon (Johannes Kurki 2015).

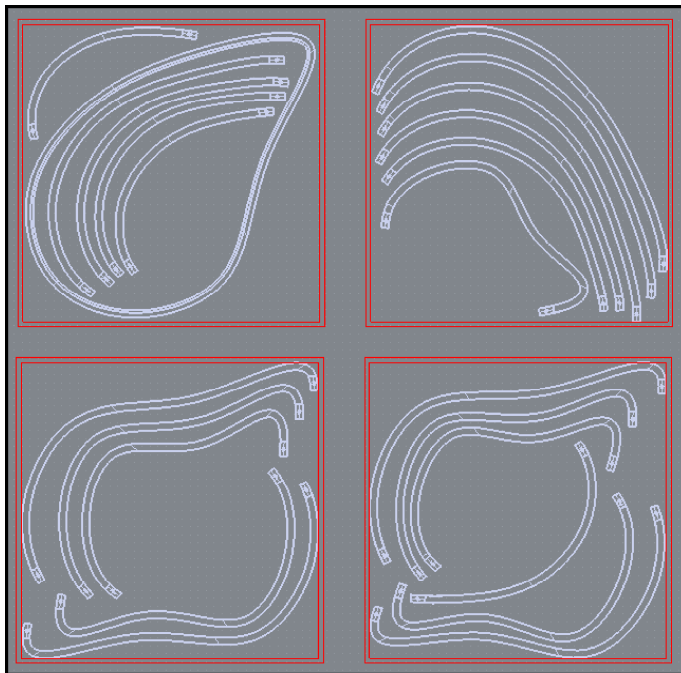


Kuva 21. Kehäosien liitoskohta näkyy (Johannes Kurki 2015).

Materiaalitehokkuus

Yhtenä pöydän kehitystyön tavoitteena on materiaalikäytön tehostaminen. Pöydän prototyypin suunnitteluvaiheessa päätettiin jakaa pöydän kehät, kehä 1:tä lukuun ottamatta, kahteen osaan paremman materiaalitehokkuuden saavuttamiseksi. Kehän kahden osan yhteenliittämistä helpottamaan kehän osiin suunniteltiin Domino-liitostapilla vahvistettu lapaliitos. Pöydän prototyypin suunnitteluvaiheessa pyrittiin parhaimmalla mahdollisella tavalla sijoittamaan kehäosat kehien jysintäaihiioihin (kuva 22).

CNC-jyrsintä suoritettiin Turun ammattikorkeakoulun puuverstaalla. Koulun CNC-jyrsimen työstöala on 1270 millimetriä * 1270 millimetriä. Rajoitetun työstöalan vuoksi kehien osat jouduttiin levittämään neljälle 1270 millimetriä * 1270 millimetriä kokoiselle levyille. Työstöalueen pienuus aiheuttaa ongelmia, sillä kehä 1:n pituus on 1450 millimetriä, eli se on työstöalueen sivua suurempi, joten kehä 1 ja muiden suurempien kehien osat piti sijoittaa aihiolevyille noin 45 asteen kulmaan.

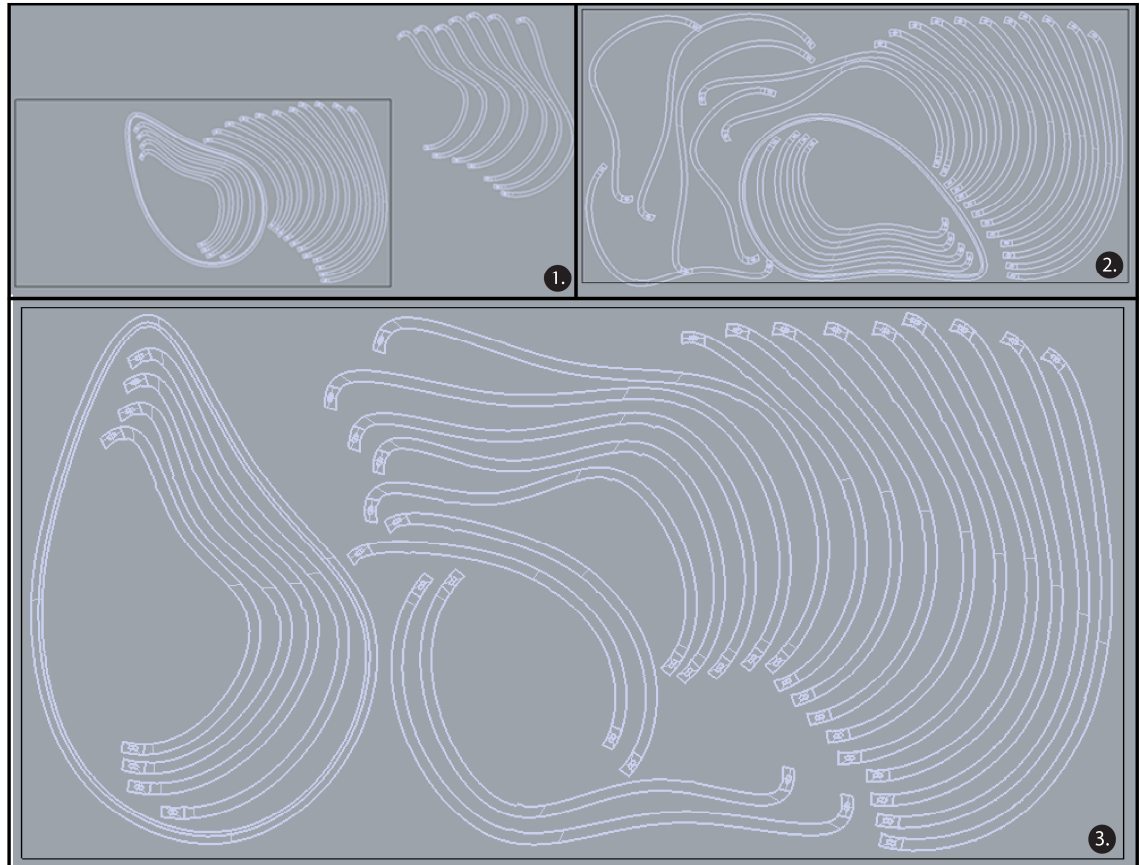


Kuva 22. Pöydän prototyypin kehäosat sijoitettuna aihioihin (Johannes Kurki 2015).

Adi Kalusteet Oy:n käyttämä nykyaikainen puuntyöstöteknologia mahdollistaa isompien levyaihioiden käyttämisen, eli kehäosat voidaan sijoittaa aihioille tehokkaammin (Adi Kalusteet Oy 20.11.2014). Prototyypissä käytetty Domino-tapilla vahvistettu liitos päätettiin korvata suoraan kehäosaan mallinnetulla kohdistustapilla. Domino-tapin poisjättäminen nopeuttaa kehien kokoamisvaihetta. Prosessista jää kokonaan pois 22 Domino-tapin käsittelyn vaatima aika.

Aihioasettelua varten pöydän piirustukset siirrettiin Rhinoceros 3D-mallinnusohjelmaan, jossa kehäosia oli helpompi pyöritellä ja hakea mahdollisimman tehokasta järjestystä. Aihioasettelua varten on olemassa nesting -ohjelmia, jotka tietokoneen avustaman laskevat mahdollisimman tehokkaan materiaalikäytön, mutta valitettavasti tässä vaiheessa kyseisentyypisiä ohjelmia ei ollut käytettävissä.

Materiaalikäytön tehostamisen tavoitteeksi asetettiin saada kehäosat mahtumaan 18 millimetriä paksulle 1500 millimetriä * 3000 millimetriä kokoiselle kouvuneri-levylle. Kyseisen kokoinen levy löytyy Adi Kalusteet Oy:n käyttämän materiaalityöntekijä Koskisen Oy:n valikoimista ja näin ollen on sopiva aihiokokoksi (Koskisen Oy 21.5.2014). Monien kokeilujen jälkeen kehäosat saatiin mahtumaan tarvittavat työstövarat huomioon ottaen aikaisemmin mainitun kokoiselle levylle (kuva 23). Verrattaessa prototyypin valmistuksessa käytettyjen neljän pienemmän aihion ja kehitysversion yhden isomman levyn käyttöä säästetään 30,2 % materiaalisäästö kehitysversion hyväksi (kuva 24).



Kuva 23. Kohdat 1 ja 2: Aihioasetteluprosessia. Kohta 3. Lopullinen kehäosien sijoittelu jyrshintäaihiolle (Johannes Kurki 2015).

prototyyppin kehäaihiot : $4 * 1,27 \text{ m} * 1,27 \text{ m} = 6,4516 \text{ m}^2$

kehitysversion kehäaihiot : $1,5 \text{ m} * 3,0 \text{ m} = 4,5 \text{ m}^2$

säästetty materiaalmäärä (%) :

$$((6,4516 \text{ m}^2 - 4,5 \text{ m}^2) / 6,4516 \text{ m}^2) * 100 = 30,2$$

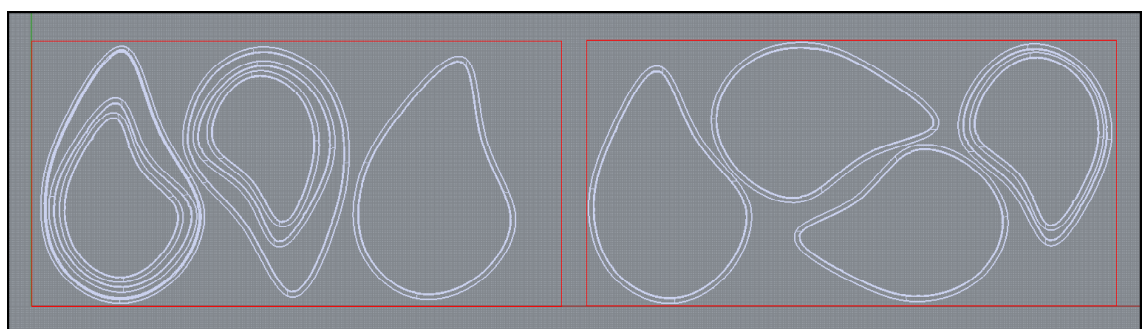
Kuva 24. Materiaalisäästö 30,2 % (Johannes Kurki 2016).

Materiaalitehokkuuden vuoksi tehdyn huomattavan työmäärän jälkeen tuntui järkevältä testata myös vaihtoehtoa, jossa kehät jyrshintään yhdessä osassa.

Tässä kokoonpanomyötäisemmässä vaihtoehdossa haittapuolena on verrattain suuri materiaalihukka. Tällä metodilla eliminoidaan kuitenkin työvaihe, jossa liimataan kehien 2-12 osat yhteen. Kehäosien määrä puolittuu, joten kehien siirtäminen ja yleinen käsittely helpottuu ja nopeutuu. Samalla poistuu myös tarve jyrsiä lapaliitokset kehäosiin, jolloin kaikki kehät voidaan sijoittaa jyrsintäaihiolle pintapuoli ylöspäin. Tämä mahdollistaa kehien 2-12 pintapuolen sisäreunan pyöristyksen ohjelmoimisen CNC-jyrsimen tehtäväksi. Yhteenvetona voidaan siis sanoa, että pöydän kokonaisvalmistusaika kokoonpanoineen pienenee.

Vaihtoehto, jossa kehät jyrsitään kokonaisina, vie enemmän materiaalia kuin vaihtoehto, jossa kehät jyrsitään kahtena osana. Kehien asetteluvaihtoehtoja jyrsinaihiota varten testattiin materiaalintoimittajan varastosta löytyville erisuuruisille levyille Rhinoceros-mallinnusohjelmassa (Liite 1).

Mallinnusohjelman avulla todettiin, että materiaalitehokkuuden suhteen kehät asettuvat parhaiten kahdelle 1500 millimetriä * 3000 millimetrin kokoiselle levyille (kuva 25). Kokoonpanomyötäinen metodi kuluttaa 100 % enemmän materiaalia, kuin kehitysversio, jossa kehät jyrsitään kahdessa osassa. Pöydän prototyypin kehien materiaalikulutukseen verrattuna kokoonpanomyötäinen tapa kuluttaa 39,5 % enemmän materiaalia (kuva 26). (Koskisen Oy 21.5.2014)



Kuva 25. Pöydän kehät aseteltuna kahdelle 1500 mm * 3000 mm aihiolle (Johannes Kurki 2016).

kokoonpanomyötäisen valmistusmetodin kehäaihiot :

$$2 * 1,5 \text{ m} * 3,0 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$$

kokoonpanomyötäinen valmistusmetodi kuluttaa materiaalia enemmän kuin kehitysversion kehäaihio (%) :

$$((9 \text{ m}^2 - 4,5 \text{ m}^2) / 4,5 \text{ m}^2) * 100 = 100$$

kokoonpanomyötäinen valmistusmetodi kuluttaa materiaalia enemmän kuin prototyypin kehäaihiot (%) :

$$((9 \text{ m}^2 - 6,4516 \text{ m}^2) / 6,4516 \text{ m}^2) * 100 = 39,5$$

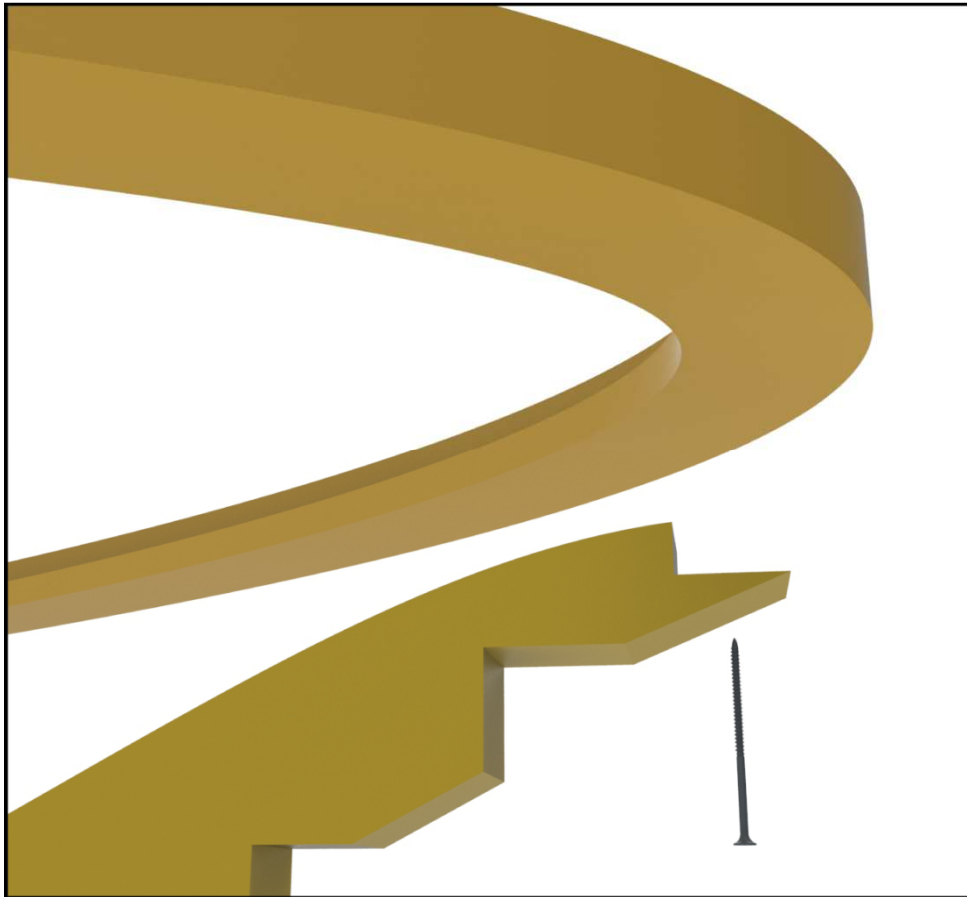
Kuva 26. Kokoonpanomyötäisen metodin materiaalikulutus yhden pöydän kehässä on 9 neliömetriä (Johannes Kurki 2016).

Käytettävyys

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteena on pöydän käytettävyyden parantaminen. Esineanalyysin perusteella huomattiin, että peilin pinnalle kerääntyy ajan myötä pölyä. Pölyn siistiminen osoittautui hankalaksi, koska pöydän lasi on upotettu pinnalla olevan kehään, joka on ruuvattu kiinni runkoon, eli lasi on erittäin hankala siirtää pois paikaltaan. Ainoa käytännöllinen tapa siistiä pölyt peilin pinnalta oli tässä vaiheessa käyttää paineilmaa esimerkiksi paineilmasprayspullolla.

Ongelmanratkaisuksi kaavailtiin pöydän kylkeen tehtävän salaluukun tyyppistä vaihtoehtoa. Tämä idea kuitenkin hylättiin, koska ei haluttu rikkoa pöydän kylkilinjaa millään, ei edes pienillä lähes huomaamattomilla saumoilla. Salaluukun tekeminen nostaisi myös valmistuskustannuksia ja kokoonpanoaikaa. (Adi Kalusteet Oy 13.2.2015) Lisäksi jos salaluukku olisi toteutettu saranoilla, olisi se lisännyt pöytään elementin, joka voisi rikkoutua helposti. Irtonainen luukku taas voi mysteerisesti kadota vandaalien toimesta, jos pöytä sijaitsee jossain julkisessa tilassa.

Lopulta ongelmaan löytyi helppo ratkaisu, jonka voisi nähdä pienentävän pöydän kokoonpanoaikaa vielä entisestään. Pöydän prototyypissä kehä 1 on kiinnitetty ruuveilla runkoon (kuva 27). Kehä 1 ei vaadi ruuvikiinnitystä, vaan se pysyy paikallaan tarkkojen liitosten sekä painovoiman avulla. Kiinnittämätön kehä 1 ja lasi on helppo nostaa pois paikaltaan, mikä mahdollistaa helpomman siivouksen sekä esimerkiksi koristeiden asettelun peilin päälle.



Kuva 27. Pöydän prototyypin kehä 1:n kiinnitystä kuvaava räjäytyskuva (Johannes Kurki 2016).

4.6 Lasi ja peili

Pöydän prototyypin lasi on valmistettu normaalista 8 millimetriä paksusta taso-lasista. Lasin sabluuna toimitettiin turkulaiseen Lasitusliike Roininen Oy:öön, jossa sabluunan avulla lasi leikattiin muotoonsa koneistetusti, minkä jälkeen lasin reunat kiiltohiottiin käsin. Peili valmistettiin samalla tavalla ilman reunojen hiontaa.

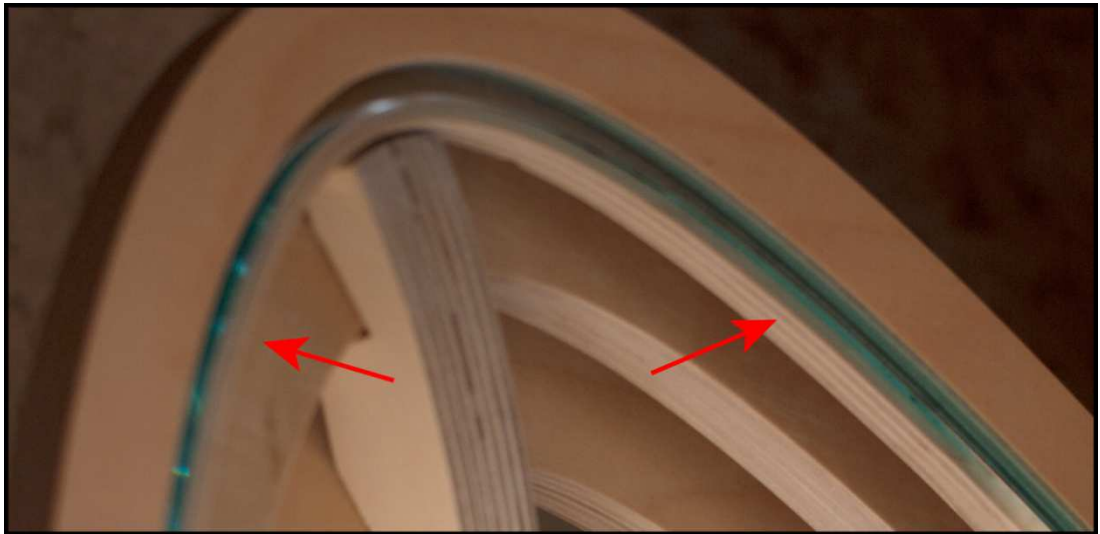
Vaikka pöydän lasi ja peili ovat ajaneet asiansa miltei moitteitta, haluttiin saada lisätietoa asiaa koskien. Adi Kalusteet Oy:n lasitavarantoimittajan Lasi-Kolmio Oy:n Sari Yli-Villamon kanssa 25.3.2015 käydyssä puhelinkeskustelussa selvisi, että prototyypissä käytetty lasi soveltuu sohvapöytäkäyttöön ja on yleisimmin samanlaisissa käyttökohteissa käytetty materiaali. Lasissa esiintyvä sinertävyys johtuu lasinvalmistuksessa käytetystä rautaoksidista (kuva 28). Sinertävyydestä pääsee eroon käyttämällä rautaoksidivapaata lasia.

Lasi-Kolmio Oy:ltä tiedusteltiin myös normaalin lasin, laminoidun lasin ja karkaistun lasin ominaisuuksista ja erityisesti kestävydestä pöydän pintakäytössä. Tavallinen lasi pirstaloituu isoiksi teräviksi palasiksi, kun taas karkaistu lasi pirstaloituu pienemmiksi murusenomaisiksi palasiksi. Laminoidulla lasilla tarkoitetaan tässä yhteydessä kahta neljän millimetrin paksuista lasilevyä, jotka on yhdistetty toisiinsa läpinäkyvällä polyvinyyliburyraalikalvolla. Tavalliseen tai karkaistuun kahdeksan millimetrin paksuiseen lasiin verrattuna laminoitu lasi rikkoutuu helpommin, sillä se tarvitsee vain iskun, joka rikkoo päällimmäisen neljän millimetrin paksuisen lasin. Laminoitu lasi ei kuitenkaan hajoa kappaleiksi rikkoutuessaan, vaan siinä oleva liimaus pitää lasin koossa.

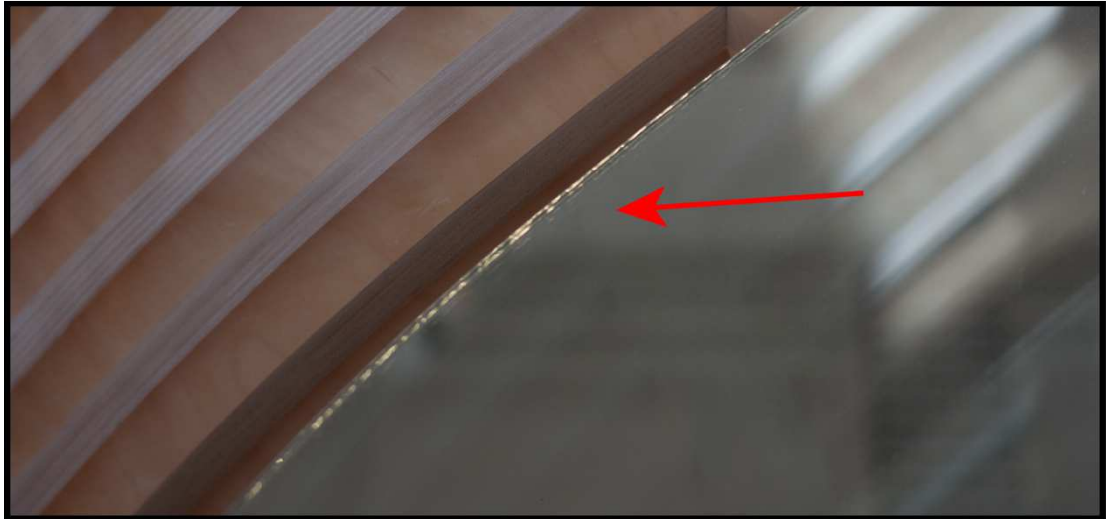
Esineanalyysiä tehtäessä huomattiin peilin reunassa valon terävää heijastumista (kuva 29). Yli-Villamon kanssa käydyn puhelinkeskustelun mukaan peilin reunojen karkea hionta poistaa reunoissa näkyvän silmiinpistävän valon heijastumisen. Pöydän prototyyppiin peilin alle asennettiin peilin valmistuksessa käytetty sabluuna. Sabluuna ruuvattiin runko-osiin kiinni, minkä jälkeen peili kiinnitettiin sabluunaan kaksipuolisella teipillä. Koska sabluuna on samankokoinen

peilin kanssa, se näkyy peilin alta häiritsevästi (Kuva 30). Pöydän kehitysversiossa peilin alla olevaa levyä on pienennetty niin, että sitä ei enää näy peilin alta.

Pöydän kehitysversioon on järkevää valita käytettävä lasityyppi pöydän sijoituskohteen mukaan. Yksityiskäyttöön soveltuu normaali rautaoksidivapaa lasi. Julkiseen tilaan, varsinkin jos kohteessa suuri ihmisliikenne, kuten vaikkapa yökerhossa, soveltuu parhaiten karkaistu lasi. Karkaistu lasi on parempi kyseisessä tilassa, koska rikkoutuessaan karkaistu lasi on vaarattomampi verrattuna normaaliin lasiin. Karkaistun lasin huonona puolena voi pitää materiaalikustannusten kasvamista, sillä karkaistu lasi on huomattavasti kalliimpaa verrattuna tavalliseen lasiin, mikä ilmenen Lasi Kolmio Oy:n edustajan kanssa käydyssä puhelinkeskustelussa. Pöydän lasi ei vaadi erillistä kiinnitystä, vaan se pysyy paikallaan kehä 1:een jyrityssä lovessa painovoiman avulla.



Kuva 28. Lasin sinertävyyden huomaa varsinkin kiiltohiotuissa reunoissa (Johannes Kurki 2015).



Kuva 29. Valo heijastaa terävästi hiomattomassa reunassa (Johannes Kurki 2016).



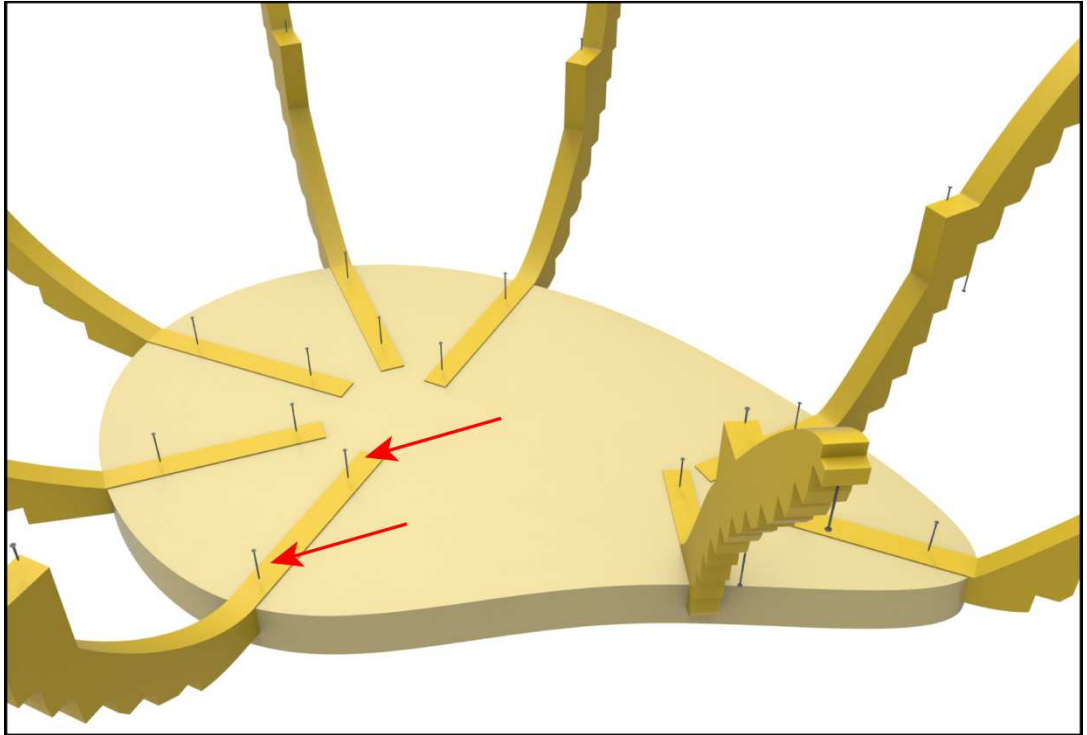
Kuva 30. Pöydän prototyypissä peilin asennuslevy näkyy peilin alta (Johannes Kurki 2015).

4.7 Pintakäsittely

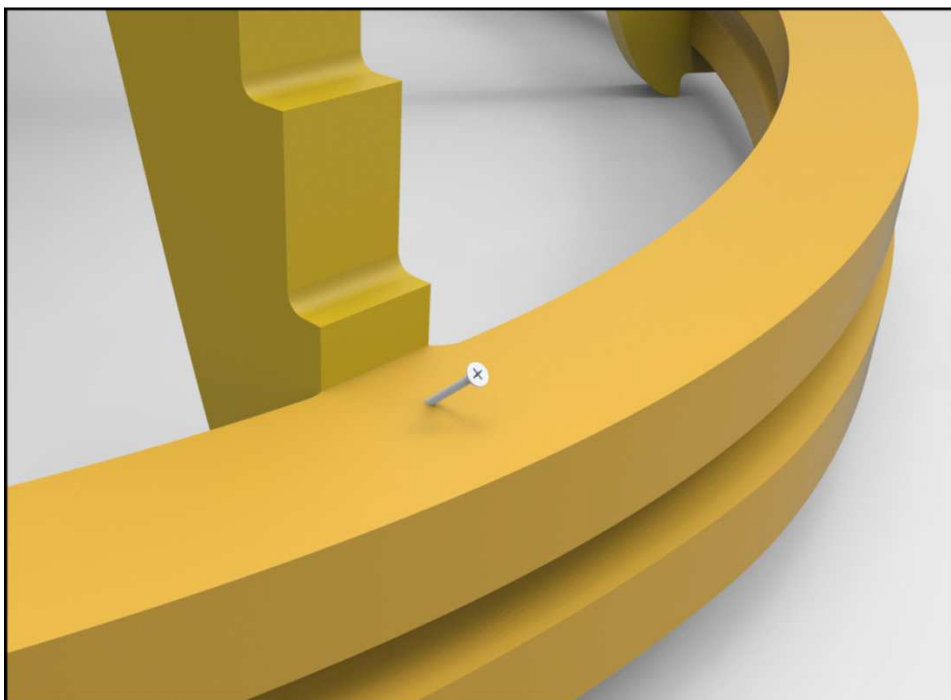
Pöydän prototyypin kehät on valmistettu koivuvanerista, joka on päällystetty läpikuultavalla fenolifilmikalvolla. Kehien fenolifilmipinnat eivät rikkoutuneet työstövaiheessa, joten pintakäsiteltäväksi jäivät vain kehien reunat. Reunat pintakäsiteltiin läpikuultavalla öljyvahalla. Prototyypin runko-osat ja pohja käsiteltiin myös samalla läpikuultavalla öljyvahalla. Pöydän kehitysversion komponentit pintakäsitellään tuotantopaikan maalaamossa lakkaamalla.

4.8 Kokoonpano

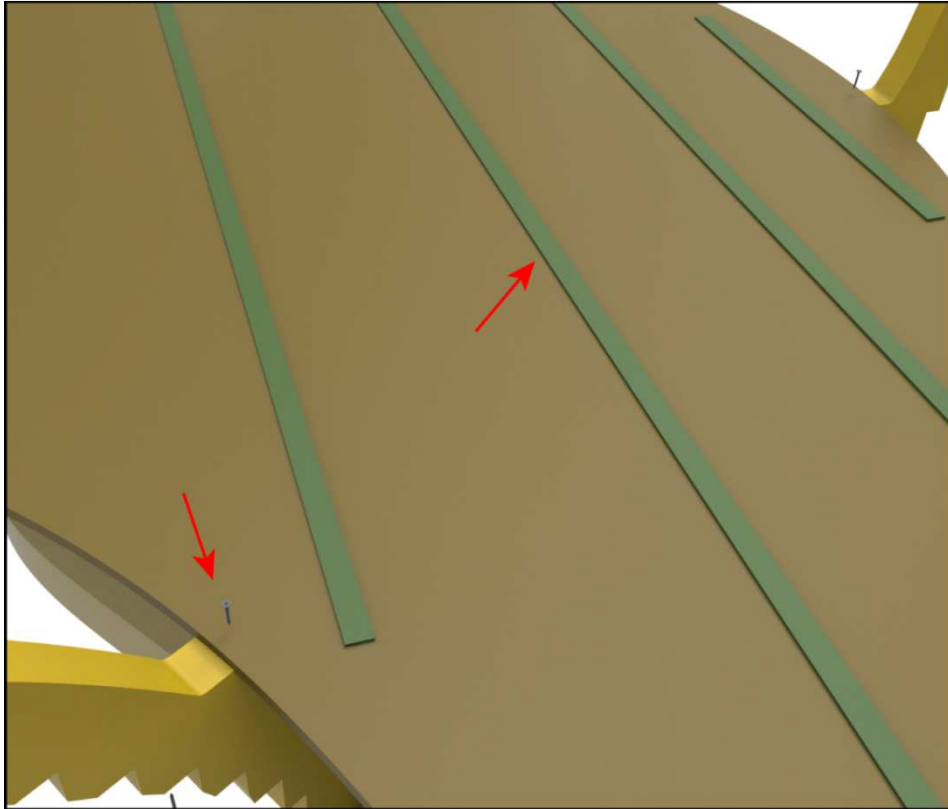
1. Pöydän kokoonpano aloitetaan kiinnittämällä runko-osat pohjaan. Kiinnitykseen käytetään kahta 4 mm * 40 mm puuruuvia (kuva 31).
2. Yhteenliimattujen kehien asentaminen on helpompaa, jos runko ja pohja käännetään ylösalaisin. Ensin asennetaan kehä 2, jonka jälkeen kehä 3, ja niin edelleen. Kehät kiinnitetään sopivan mittaisilla senkkikantaisilla puuruuveilla. Asennettaessa tulee huomioida ruuvien oikea kulma, ettei ruuvi näy kehien välisestä (kuva 32). Kehitysversion korjatut liitokset mahdollistavat prototyypissä käytettyjen sovitepalojen poisjättämisen.
3. Peilin asennuslevy ruuvataan runkoon. Tämän jälkeen levyyn asennetaan kaksipuolista teippiä, jonka avulla peili kiinnitetään pöytään (kuva 33).
4. Lasi upotetaan kehä 1:een, minkä jälkeen kehä yksi nostetaan paikalleen (kuva 34). Kehä 1:tä ei kiinnitetä ruuveilla kuten pöydän prototyypimallissa.



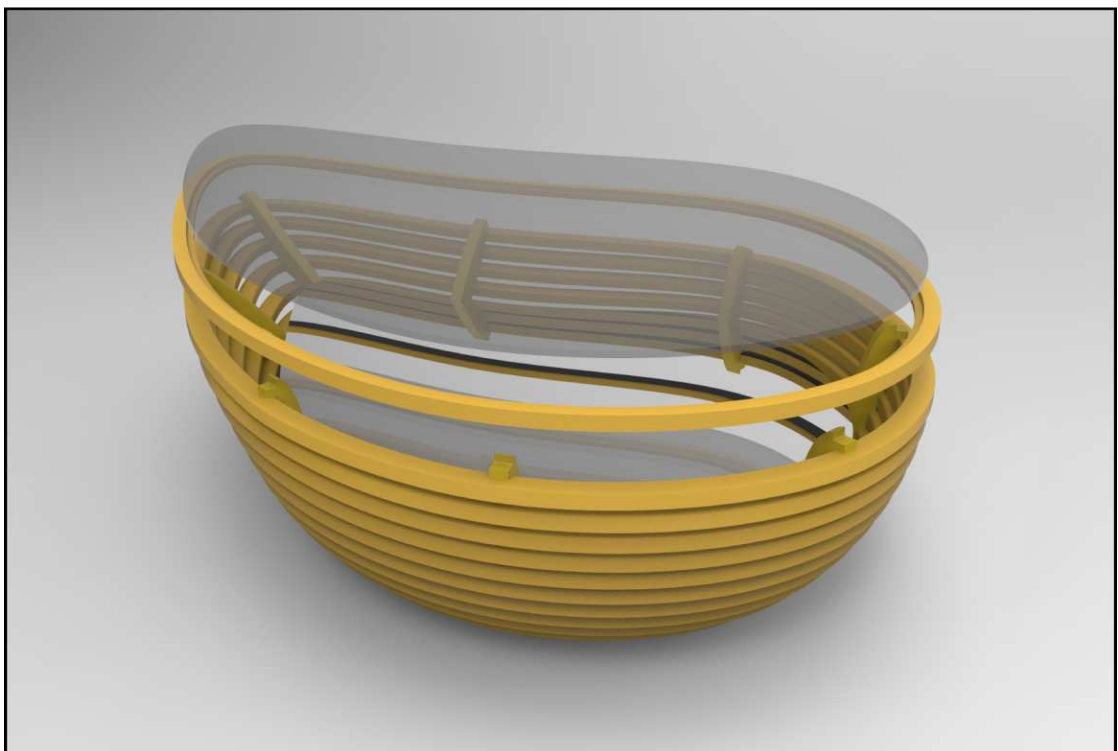
Kuva 31. Runko-osien kiinnitys (Johannes Kurki 2016).



Kuva 32. Kehä 3:n kiinnitys senkkikantaisella puuruuvilla (Johannes Kurki 2016).



Kuva 33. Peilin asennus (Johannes Kurki 2016).



Kuva 34. Lasin asennus (Johannes Kurki 2016).

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Lampi-pöydän prototyyppi teollisesti tuotettavissa olevaksi huonekaluksi. Erityisinä kehittämiskohteina olivat materiaalinkäytön tehostaminen, työstömenetelmien tehokkuuden parantamisen, yksityiskohtien viimeistely ja käytettävyyden parantaminen. Lisäksi suunnittelijan tavoitteena oli oppia ymmärtämään ensimmäisen prototyyppivaiheen jälkeisen prosessin laajuudesta.

Asetettuihin tavoitteisiin päästiin tavoitteiden pohjalta johdettujen tutkimuskysymysten avulla. Tutkimuskysymyksiin saatiin vastauksia dokumenttianalyysin, esineanalyysin, haastatteluiden ja tekemällä tutkimisen avulla. Dokumentti- ja esineanalyysiin sekä haastatteluiden avulla löydettiin pöydän prototyyppissä olevia kehityskohteita. Lisäksi haastatteluilla saatiin tietoa käytettävistä olevista työstömenetelmistä ja materiaaleista. Tekemällä tutkimisen avulla selvitettiin tapoja, joilla löytyneitä kehityskohteiden ongelmia voidaan ratkaista.

Erityisiksi kehityskohteiksi nostettujen asioiden osalta materiaalitehokkuutta saatiin parannettua, mutta tietyin varauksin. Työstömetodi, jossa pöydän kokonaisvalmistusaika pienenee huomattavasti kokonaan pois jäävien työvaiheiden ansiosta, vaikuttaa negatiivisesti materiaalitehokkuuteen. Työstömenetelmiä saatiin tehostettua viimeistelemällä pöydän yksityiskohtia, kuten pöydässä olevia liitoksia. Pöydän uudelleen suunnitellut liitokset vähentävät CNC-jyrsinnän jälkeen tarvittavan käsin tehtävän työstön määrää. Tämä nopeuttaa valmistusprosessia ja toisaalta myös ehkäisee käsin työstämisessä mahdollisia inhimillisiä virheitä. Pöydän käytettävyys parani päällimmäisen kehän uuden kiinnitystavan myötä. Uuden kiinnitystavan myötä pöydän päällimmäistä kehää ei kiinnitetä ruuveilla, joten käyttäjä pystyy tarvittaessa nostamaan sen pois tieltä siivousta varten.

Tekemällä tutkimisprosessiin kuuluvan dokumentoinnin avulla suunnittelija oppi ymmärtämään paremmin prosessien dokumentoinnin tarpeellisuuden. Prosessin tarkka dokumentointi jäsentää suunnittelijan ajatuksia paremmin ja näin ol-

len suunnittelija pystyy tekemään johdonmukaisempia päätöksiä. Dokumentointi helpottaa ymmärtämään paremmin eri suunnitteluratkaisujen vaikutusta toisiinsa. Suunnitteluprosessin dokumentoinnin avulla työn kokonaiskuvan hahmottaminen helpottui. Suunnittelija oppi, että käyttämällä oikeita tutkimusmetodeja ja analysoimalla tutkimusten tuloksia oikein sekä jäsentämällä tutkimustulokset järkevästi voidaan arvioida tuotekehitysprojektin laajuutta paremmin kuin suoraan tuotekehitysongelmien kimppuun hyökkäämällä.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin viimeistelty, kehitetty 3D-mallinnusversio Lampi-pöydästä, joka tullaan esittämään Adi Kalusteet Oy:lle. Lampi-pöydässä käytetyn valmistustavan hallitseminen antaa suunnittelijalle mahdollisuuden käyttää samaa tekniikkaa vaikka kokonaisen tuoteperheen suunnitteluun kustannustehokkaasti estetiikasta tinkimättä.

LÄHTEET

Sitra 2013. Luonnonlukutaito - Luo liiketoimintaa vihreästä hyvinvoinnista. Viitattu 21.1.2016. <http://www.sitra.fi/julkaisut/muut/Luonnonlukutaito.pdf>.

Adi Kalusteet Oy. Viitattu 29.1.2016. <http://www.adi.fi/fi/yritys>.

Anttila, P. 2000. Tutkimisen taito ja tiedonhankinta. Hamina: Akatiimi Oy.

Anttila, P. 2005. Ilmaisuu, Teos, Tekeminen ja TUTKIVA TOIMINTA. Hamina: AKATIIMI Oy.

Hietikko, E. 2008. Tuotekehitystoiminta. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulun kuntayhtymä.





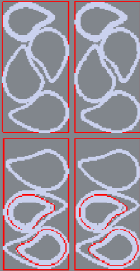
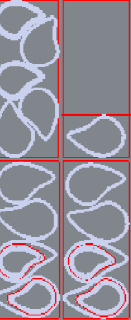
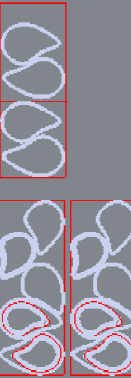
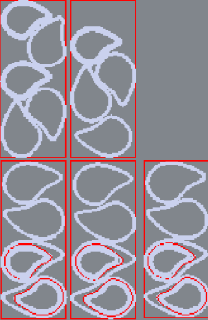
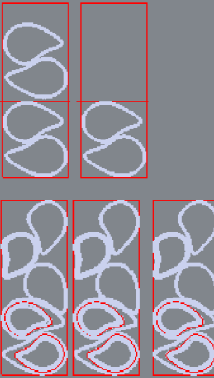
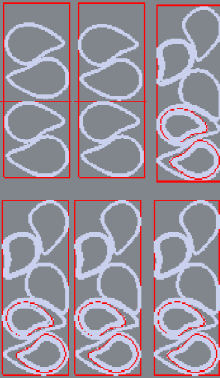
Adi Kalusteet Oy 13.2.2015. Henkilökohtainen tiedonanto. Paikalla Kimmo Fagerlund.

Adi Kalusteet Oy 20.11.2014. Henkilökohtainen tiedonanto. Paikalla Kimmo Fagerlund.

Koskisen Oy 21.5.2014. KoskiStandard monikäyttöinen perusvanerilevy. Viitattu 16.4.2016

https://link.koskisen.com/_system/modules/digistore/InlineStream.aspx?file=RDpcQVRMQU5USVMuc2VydmljZXMtZmlsZXN5c3RlbVxkaWdpdpc3RvcmlVcZGF0YTFCs29za2lzMW5cYnJvY2h1cmVzXGJyb2NodXJlc1xwcm9kdWN0IGxIYWZsZXRzXHBseXdvb2RcS29za2lTdGFuZGFyZGF9maV8yMTA1MjAxNC5wZGY=&d=MTY0MjAxNg==

Hietikko, E. 2012. SolidWorks Tietokoneavusteinen suunnittelu. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu.

	1	2	3	4
	1500*3000	1500*3600	1500*4000	1200*4000
1 pöytä				
2 pöytää				
3 pöytää				
4 pöytää				
	m ² /pöytä	m ² /pöytä	m ² /pöytä	m ² /pöytä
1 pöytä	9 m ²	10,8 m ²	12 m ²	9,6 m ²
2 pöytää	18 m ²	21,6 m ²	18 m ²	19,2 m ²
3 pöytää	27 m ²	27 m ²	30 m ²	28,8 m ²
4 pöytää	36 m ²	37,8 m ²	36 m ²	38,4 m ²
5 pöytää	45 m ²	48,6 m ²	48 m ²	48 m ²
6 pöytää	54 m ²	54 m ²	54 m ²	57,6 m ²